



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATII DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

**COMITATO DIRETTIVO:** † A. BARBAGELATA - † A. DALLA VERDE - M. SEMENZA - G. SOMEDA**DIREZIONE:** DIRETTORE: A. BARBAGELATA - CONDIRETTORE E REDATTORE CAPO: R. SAN NICOLÒ**COMITATO DI REDAZIONE:** A. M. ANGELINI - F. BAROZZI - E. GATTI - R. SARTORI - G. SILVA**AMMINISTRAZIONE:** UFFICIO CENTRALE DELL'A.E.I. - MILANO - VIA SAN PAOLO, 10 - TEL. 794-794 e 798-897 - C/C POSTALE 3/1189

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI. - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI. - GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A.E.I. - I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO. AI SOCI DELL'A.E.I. UN ABBONAMENTO GRATIS. - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE: GRUPPO 3°. - PUBBLICAZIONE MENSILE

## SOMMARIO

RIASSUNTO DELLE MEMORIE PRESENTATE ALLA LXI RIUNIONE ANNUALE DELL'A.E.I.

### 1° Tema: TRASMISSIONE DELL'ENERGIA

Gruppo 1. Problemi generali del trasporto e della trasmissione dell'energia	Pag. 582
Gruppo 2. Problemi elettrici e meccanici delle linee a corrente alternata fino a 220 kV	» 583
Gruppo 3. Tecnica delle linee a tensione superiore a 220 kV	» 592
Gruppo 4. Trasmissione dell'energia a corrente continua	» 595
Gruppo 5. Funzionamento dei sistemi di trasmissione	» 596

### 2° Tema: TRASMISSIONE DELLE INFORMAZIONI

Gruppo 1. Problemi generali	Pag. 603
Gruppo 2. Problemi riguardanti il mezzo trasmissivo	» 610
Gruppo 3. Sistemi ed apparecchiature per la trasmissione delle informazioni	» 613

### NOTIZIE DELL'ASSOCIAZIONE:

LXI Riunione Annuale: Progetto di programma delle manifestazioni	Pag. 623
Programma tecnico di massima	» 624
Elenco delle Cariche Sociali dell'A.E.I.	» 626

## La LXI Riunione Annuale

Anche quest'anno la nostra Associazione chiama a raccolta i suoi soci per la consueta Riunione Annuale. Questi convegni, che costituiscono una delle più simpatiche tradizioni dell'AEI, sono sempre attesi con soddisfazione da un grande numero di soci anziani che vi si incontrano come in una famiglia e dei più giovani colleghi che vi trovano un ambiente cordiale e competente dove apprendere le ultime novità della tecnica o apportare il frutto dei loro lavori e dei loro studi con la soddisfazione di vederli accolti ed apprezzati al loro giusto valore.

Non vi è dubbio che anche quest'anno la Riunione di Ancona segnerà una nuova tappa brillante nella vita del nostro sodalizio: il programma tecnico, e quello generale, che pubblichiamo più avanti, ne costituiscono le premesse sicure.

I problemi della trasmissione, sia della energia sia delle informazioni, sono infatti argomenti che non possono non interessare grandemente ogni elettrotecnico.

Per quanto gli impianti di trasmissione dell'energia datino dagli inizi della elettrotecnica, il progresso in questo campo è stato continuo e incessante e anche al giorno d'oggi l'argomento conserva i caratteri della più viva attualità. L'estendersi sempre crescente delle linee e delle reti, il progressivo aumento delle tensioni, l'apparire di nuovi materiali, la ricerca sempre più serrata di economia nei costi di impianto e di esercizio, tutto questo mantiene la tecnica delle linee di trasmissione in una continua evoluzione verso forme più razionali e più perfette dal lato tecnico e da quello economico. L'introduzione di altri gradini nella scala delle altissime tensioni pone poi la necessità di nuovi ardimenti e di soluzioni nuove su cui si appunta l'attenzione dei tecnici di tutti i Paesi.

Ancora più vivace e più attiva è l'evoluzione in corso per quanto riguarda la trasmissione di informazioni. Progressi notevolissimi sono stati compiuti in questo campo ma le esigenze si vanno facendo sempre più difficili e più gravi e non permettono ai tecnici di sostare sulle posizioni raggiunte. Non vi è dubbio che uno scambio di idee fra gli specialisti sia estremamente utile e del più

grande interesse. Basta scorrere l'elenco degli argomenti trattati nelle memorie che sono state presentate per rendersi conto della importanza e della ampiezza che le discussioni potranno assumere in questo campo.

Come nelle precedenti Riunioni sarà necessario che i lavori si svolgano su due Sezioni parallele, data la relativa ristrettezza del tempo disponibile per le sedute tecniche in confronto al grande numero di memorie presentate che arrivano complessivamente a 118. Notiamo con soddisfazione che esse si distribuiscono pressoché equamente fra i due aspetti del tema proposto cioè: trasmissione della energia e trasmissione delle informazioni. Questo fatto, che già si è verificato nelle altre recenti Riunioni Annuali, sta a confermare una volta di più la vitalità della nostra Associazione e la sua capacità di aderire e di rispondere a tutte le innovazioni, a tutti i nuovi indirizzi, a tutti i più recenti campi di studio.

Lungi dal cristallizzarsi, come si sarebbe potuto forse temere, nel campo, tradizionale per quanto vasto, delle così dette correnti forti, la nostra AEI ha accolto con entusiasmo il flusso di energie giovani provenienti dai nuovi campi della tecnica e della nuova generazione dei giovani studiosi avviati sulle più ardite vie del progresso: e ne ha tratto nuova linfa di vita e nuove energie. E tutto il possibile sarà certamente fatto, anche nell'avvenire, perchè sempre più facile e più efficace sia questo apporto per il comune vantaggio di tutta la grande famiglia degli elettrotecnici italiani.

La LXI Riunione vuole essere anche un ulteriore passo avanti su tale via e questo numero del giornale, riportando il riassunto di tutte le memorie che saranno discusse, permetterà anche ai soci che non potranno venire ad Ancona di rendersi conto della importanza dei lavori, nell'uno e nell'altro campo.

La Redazione si augura che la collaborazione dei tecnici delle così dette correnti deboli, che si presenta così efficace alla Riunione di Ancona, si prolunghi e si intensifichi anche con una sempre maggiore collaborazione sul nostro giornale.

LA REDAZIONE



# LXI RIUNIONE ANNUALE DELL' A. E. I.

## RIASSUNTO DELLE MEMORIE PRESENTATE

*I riassunti seguono l'ordine di discussione come pubblicato nel programma tecnico*

### 1° Tema: TRASMISSIONE DELL' ENERGIA

#### 1. Problemi generali del trasporto e della trasmissione dell'energia.

*Memoria N. 117*

##### Ripartizione di massima economia delle alimentazioni delle reti di trasporto.

G. GUIDI BUFFARINI - C. SCHINAIA

La memoria comprende tre parti.

Nella prima parte si esamina, per una rete elettrica di trasporto con una determinata situazione dei carichi e con una data distribuzione dei punti di alimentazione, il problema di determinare quale debba essere la ripartizione degli apporti di potenza fra le varie alimentazioni in modo da rendere minime le perdite in rete. Del problema viene riassunta l'impostazione analitica, che si basa sulla nota formula delle perdite.

Nella seconda parte si sintetizza il coordinamento, sempre agli effetti della ricerca di ripartizioni di massima economia, delle perdite con i costi delle singole sorgenti di alimentazione, secondo i criteri che sono stati largamente applicati in America ed in Inghilterra a vantaggio di reti servite prevalentemente da centrali termiche. A tale coordinamento si può infatti pervenire in modo concettualmente semplice allorché ogni sorgente di alimentazione soddisfa alla duplice condizione che il suo costo orario di esercizio è esprimibile come una funzione nota della potenza erogata e che gli unici vincoli posti alla erogazione sono i limiti di potenza entro i quali la sorgente può alimentare; il che è appunto il caso delle centrali termiche.

Nella terza parte si esamina l'estensione della ricerca di programmazioni ottimali nella utilizzazione delle sorgenti di alimentazione in presenza anche di centrali idrauliche a serbatoio, per le quali l'impostazione prima esposta non è immediatamente applicabile, in quanto sussiste per esse da una parte una limitazione, indipendente dalla potenza installata, nella quantità di energia producibile in un determinato periodo e dall'altra una elasticità nella distribuzione nel tempo di detta produzione. Ciò rende necessario basare la ricerca di minimo costo non più su un bilancio di potenze ma su un bilancio di energie, facendo intervenire non solo la distribuzione spaziale ma anche quella temporale degli apporti di potenza. Di tale ricerca viene prospettato uno dei possibili criteri di impostazione analitica.

Dato il moltiplicato numero di variabili la risoluzione appare assai laboriosa; ma si ritiene che, con i mezzi di calcolo oggi a disposizione, le difficoltà matematiche non costituirebbero un ostacolo insuperabile ove una ricerca del genere si dimostrasse, ad una analisi più approfondita e concreta, suscettibile di suggerire economie sensibili e praticamente realizzabili.

*Memoria N. 108*

##### Consistenza e funzioni della rete italiana a 220 kV e a 130 kV. Interconnessione interna ed internazionale.

L. JUSTI

Nelle premesse sono ricordate le ragioni che sono alla base del grande sviluppo della rete italiana di trasporto

ed interconnessione e sono illustrate le principali tappe dell'evoluzione verso tensioni di esercizio sempre più elevate. Viene quindi descritta la consistenza attuale della rete nazionale a 220 kV, nella cui configurazione si possono individuare quattro zone o regioni, con funzioni abbastanza differenziate.

Un paragrafo è dedicato alle caratteristiche costruttive fondamentali delle linee aeree a 220 kV. Una citazione particolare viene fatta per tre elettrodotti, degni di nota per le eccezionali difficoltà superate durante la loro realizzazione. Nel paragrafo successivo sono esposte le ragioni che hanno resa necessaria la posa di cavi sotterranei a 220 kV, isolati in olio fluido, nelle città di Milano e Torino; si accenna rapidamente alle caratteristiche di tali condutture.

La relazione considera quindi le possibilità offerte dalla rete a 220 kV nei confronti dell'interconnessione interna ed internazionale, mettendo in rilievo la notevole potenzialità delle linee di collegamento fra le reti degli Aggruppamenti italiani e fra questi e le reti estere. Sono passate in rassegna le condizioni che debbono essere soddisfatte perché si possa trarre il massimo profitto dal funzionamento dei grandi paralleli: al riguardo si constata come la situazione delle reti italiane sia oggi del tutto soddisfacente, data la rapida evoluzione verso una interconnessione di tipo magliato, indubbiamente la più razionale fra grandi reti.

Nello stesso tempo l'Italia sta avviandosi verso la partecipazione stabile al grande parallelo delle reti dei Paesi aderenti all'UCPTE. Si enunciano alcuni problemi di esercizio suscettibili di interessanti soluzioni nel quadro dell'interconnessione internazionale e si accenna alla possibilità di prossimi collegamenti fra la rete italiana e quella super-rete europea a 380 kV, di cui sono state messe in servizio di recente le prime linee.

Per quanto riguarda le prospettive per il futuro della rete italiana a 220 kV, vengono esposte le ragioni che inducono a prevedere un rallentato ritmo di sviluppo della suddetta rete nei prossimi anni.

Il paragrafo conclusivo è dedicato alle reti con tensioni comprese fra 120 e 150 kV. Esposti i dati relativi alla consistenza attuale, si accenna rapidamente alle principali caratteristiche costruttive e ci si sofferma sulle differenti funzioni assegnate a tali reti nel passato e attualmente. In particolare è sottolineata una significativa evoluzione verso funzioni di distribuzione ad alta tensione, specialmente per l'alimentazione di grosse utenze decentrate.

*Memoria N. 113*

##### Considerazioni sullo sviluppo e sui risultati di esercizio della rete di interconnessione italiana a 220 kV.

V. GANDINI

Premessi i vantaggi della estensione del parallelo fra le reti elettriche dal punto di vista della tecnica e della economia dell'esercizio, si descrive brevemente lo sviluppo della interconnessione in Italia e il conseguente incremento della rete di collegamento a 220 kV.



Si esaminano poi i problemi conseguenti al funzionamento delle grandi reti in parallelo, soffermandosi in particolare sulle questioni relative alla regolazione, alla protezione e alla stabilità di funzionamento delle reti stesse.

Si mette in risalto come tali problemi siano stati risolti dal rapido progresso tecnico che ha realizzato le necessarie nuove apparecchiature di cui l'esperienza di esercizio ha confermato la buona efficienza.

Si mette in rilievo il buon andamento tecnico dell'esercizio della rete italiana a 220 kV attraverso le risultanze delle indagini statistiche.

Si accenna infine alla necessità di potenziare, per il futuro, i collegamenti ad alta e altissima tensione, sia all'interno, sia con l'estero e si ricordano rapidamente gli studi e i problemi relativi ai futuri sviluppi della tecnica del trasporto dell'energia elettrica.

*Memoria N. 118*

### **Interconnessione a 220 kV fra la rete S.I.P. e le reti nazionali e dell'Europa Occidentale.**

C. PODESTÀ LUCCIARDI

Viene riassunta l'esperienza di esercizio della rete SIP relativa al collegamento con la rete dell'Europa occidentale, esperienza iniziata il 31 dicembre 1958.

Dal 6 gennaio 1960 per la prima volta, l'intera rete nazionale italiana entra a far parte del grande parallelo europeo mediante il collegamento SIP-EdF costituito dall'elettrodotto a 220 kV Avise-Malgovert; successivamente il collegamento stesso viene irrobustito mediante il secondo elettrodotto Avise-Riddes (Svizzera). La rete nazionale può essere così permanentemente collegata alla rete dell'Europa occidentale mediante due elettrodotti a 200 kV al confine italo-francese-svizzero.

Le considerazioni che seguono riguardano esclusivamente i risultati dell'esercizio e mettono in evidenza, con i relativi diagrammi, come la configurazione della rete a monte del punto di scambio, possa avere una sensibile influenza sull'ampiezza delle variazioni rapide all'interconnessione.

*Memoria N. 145*

### **Risultati ottenuti con la interconnessione degli impianti elettrici nell'Europa Occidentale. Grandezze che intervengono nella regolazione di una rete. Prove sulle reti dell'Europa Occidentale per la determinazione delle grandezze stesse.**

R. MÜLLER - R. MARIN

Notevoli e molteplici sono i vantaggi derivanti da una estesa interconnessione delle reti elettriche: minore incertezza nelle previsioni di fabbisogno e di disponibilità, minori riserve di macchinario e di energia; quindi migliore utilizzazione degli impianti esistenti.

Nell'ambito dell'OEEC, fin dal 1951, sorse l'Unione per il Coordinamento della Produzione e del Trasporto dell'Elettricità (UCPTE) con il precipuo scopo di promuovere e realizzare, mediante la collaborazione completamente libera fra i diversi Paesi, la migliore e più economica utilizzazione degli esistenti mezzi di produzione e di trasporto dell'energia elettrica.

Tale collaborazione è realizzata attraverso contatti personali tra i membri, tutte persone che ricoprono cariche preminenti nell'industria elettrica dei rispettivi Paesi.

Gli scambi e i movimenti di energia sono effettuati con estrema sollecitudine e senza alcun appesantimento commerciale e burocratico. Ciò permette di ben utilizzare eventuali locali e temporanee disponibilità di energia o di sopperire rapidamente a improvvise necessità sorte in una qualsiasi zona dei Paesi aderenti all'Unione.

Fra i vari studi e prove effettuati dall'UCPTE, importanti sono quelli recentissimi relativi alla determinazione delle grandezze caratteristiche che intervengono nella regolazione delle reti elettriche. Tali prove sono state eseguite in diversi Paesi, fra cui l'Italia.

I risultati hanno messo in luce la necessità, per migliorare lo statismo delle reti (rapporto percentuale che si ottiene dividendo il quoziente fra la variazione di frequenza  $\Delta F$  e la frequenza nominale  $F_n$  per il quoziente fra la corrispondente variazione di potenza  $\Delta P$  e la potenza rotante  $P_n$ ), della adozione dei seguenti provvedimenti:

1) eliminazione dei limitatori di apertura delle turbine idrauliche ed introduzione di una regolazione ausiliaria che permetta al regolatore della turbina di reagire ad una variazione della frequenza, ma che, dopo un certo lasso di tempo, riporti l'apertura della turbina al suo valore di programma;

2) esclusione degli asservimenti transitori nei regolatori delle turbine idrauliche, allorché il generatore è in parallelo con la rete;

3) riduzione dell'insensibilità ed eventuale impiego dei regolatori elettrici per le turbine;

4) impiego nelle centrali termoelettriche dei regolatori elettrici, i quali rendono possibile il controllo combinato della caldaia e della turbina;

5) regolazione delle controforniture di energia da parte degli autoproduttori alle altre reti mediante regolatori funzionanti secondo il principio frequenza-potenza, in modo che anche questi regolatori possano contribuire con un certo statismo al mantenimento della frequenza.

*Memoria N. 127*

### **Otto anni di esperienze nel servizio degli equipaggiamenti per stazioni a 400 kV c. a.**

S. RUSCK

È una breve esposizione dello sviluppo attuato sulle linee di grande trasmissione agli effetti del più opportuno e necessario valore di tensione. Riferisce pertanto come si sia rapidamente passati da 220 a 380 kV. L'articolo fa cenno ai sistemi usati per i trasformatori, interruttori, sezionatori, scaricatori. Per ultimo è fatto cenno alla larga applicazione di condensatori serie per aumento della capacità di trasporto e stabilità delle linee.

## **2. Problemi elettrici e meccanici delle linee a corrente alternata fino a 220 kV.**

*Memoria N. 152*

### **L'impiego del quadro calcolatore per lo studio delle linee di trasmissione dell'energia elettrica.**

B. COLOMBO - M. STIZ

L'esame del comportamento in regime statico e transitorio delle reti di trasmissione e distribuzione dell'energia, presenta difficoltà che aumentano con l'aumentare della potenza installata e della conseguente estensione della rete stessa.

I metodi tradizionali di calcolo si rivelano sempre meno adeguati allo scopo, perchè, pur dando la possibilità di risolvere i problemi proposti, obbligano ad uno studio lungo e laborioso.

Si presenta perciò estremamente vantaggioso l'impiego del quadro calcolatore, che permette, una volta impostato il problema, una visione immediata del comportamento della rete nelle più diverse condizioni di funzionamento richieste.

Regolazione di tensione, stabilità transitoria e corti circuiti sono gli studi normalmente eseguiti.

Ad essi si aggiungono, con l'ausilio di un apparecchio ad interruttori sincroni, studi di fenomeni transitori rapidi.

Vengono descritti i metodi e l'apparecchiatura usata ed illustrata, a titolo di esempio, l'analisi di una linea di trasmissione compensata con l'uso di condensatori in serie.



Memoria N. 147

**Il calcolo meccanico delle linee elettriche aeree eseguito con mezzi meccanografici.**

L. PARIS - G. SANTI

Una diretta conseguenza dell'aumento dell'importanza e quindi del costo degli elettrodotto è l'opportunità di perfezionare i metodi di progetto che deriva dalla maggiore entità delle economie realizzabili nell'opera.

In questa opportunità economica si inquadrano i perfezionamenti che sono stati introdotti dalla Edisonvolta nel calcolo meccanico delle linee aeree ed in particolare nel calcolo dei dati di tesatura.

Altrettanto valido incentivo ai perfezionamenti dei metodi di progetto è la disponibilità di mezzi che riducono i costi di progetto.

Il mezzo meccanografico che in questi ultimi anni si è largamente diffuso nella progettazione è il mezzo che ha consentito di affrontare con costi modesti i nuovi metodi di regolazione messi a punto dalla Società Edison fin dal 1954.

Richiamati i calcoli necessari per ricavare i dati occorrenti per la tesatura di linee aeree vengono illustrati i sistemi di calcolo meccanografico e ne viene discussa la convenienza rispetto ai metodi tradizionali.

Vengono descritti quindi i criteri informatori del calcolo meccanografico cosiddetto generalizzato che consente di studiare il comportamento meccanico delle linee tenendo conto della deviazione delle catene di isolatori, delle azioni dei carichi disuniformi e delle azioni di carichi non verticali (azione del vento).

Per mostrare l'utilità di questa nuova possibilità nel calcolo delle linee aeree si dà qualche risultato particolarmente interessante in questo campo.

Memoria N. 121

**Fili di acciaio per anime di corde alluminio-acciaio.**

A. PERRONE

I fili di acciaio zincato, costituenti le anime dei conduttori alluminio-acciaio, sono generalmente ottenuti per trafilatura e successiva zincatura a caldo. Attualmente vanno diffondendosi negli Stati Uniti ed in Inghilterra fili di acciaio zincati elettroliticamente e quindi trafilati, che possono risultare rivestiti di uno strato di zinco di peso doppio, triplo e perfino quadruplo del normale e che offrono, quindi, superiori garanzie di resistenza alla corrosione.

Il progetto di raccomandazioni attualmente in elaborazione presso la Commissione Elettrotecnica Internazionale non fa distinzione fra i due tipi di fili sopra menzionati, chiamati convenzionalmente *A* e *B*, prescrivendo dei valori minimi per le caratteristiche meccaniche e di zincatura pressochè conformi a quelli delle vigenti Norme CEI 7-2 e quindi raggiungibili dalla produzione italiana.

Sono stati inoltre introdotti nell'uso fili di acciaio alluminio, che offrono una resistenza alla corrosione pressochè pari a quella dei fili zincati in atmosfera rurale e marina e leggermente superiore in atmosfera umida e industriale. Detti fili sono particolarmente adatti a servire come anima delle corde alluminio-acciaio, in quanto sono escluse eventuali corrosioni al contatto con i fili del mantello di alluminio, fenomeno che invece può verificarsi a danno della zincatura dei fili di acciaio.

Un ulteriore progresso nella protezione dei fili di acciaio è stato raggiunto con la recente messa in produzione di fili placcati con alluminio (Alumoweld).

Lo strato di alluminio in questo caso è di notevole spessore (circa 1/10 del raggio) e può esplicare quindi una funzione conduttrice.

Detti fili placcati sono particolarmente adatti per formare corde di guardia e conduttori ad elevato carico di rottura con modesta conduttività.

L'ingrassatura delle anime dei conduttori alluminio-acciaio è consigliabile quando detti conduttori siano destinati ad essere messi in esercizio in zone marine ovvero industriali.

I grassi da adoperare devono, comunque, essere neutri e in particolare avere un punto di goccia non inferiore a 50 °C, anzi preferibilmente superiore a 75 °C.

In condizioni ambientali normali le corde bimetalliche alluminio-acciaio hanno, tuttavia, sorpassato i 50 anni di esercizio senza alcuna ingrassatura.

Memoria N. 149

**Considerazioni sulle vibrazioni dei conduttori di grande diametro.**

G. FOLLI

La Commissione formata in seno alla CIGRE per lo studio dell'« Every Day Stress » ha raccolto recentemente dati statistici allarmanti in merito alle rotture su conduttori dovute a vibrazioni.

Prendendo lo spunto da tali dati si sono considerati i particolari problemi relativi alle vibrazioni di conduttori di grande diametro recentemente impiegati.

Al fine di ricavare elementi informativi sul complesso problema sono state eseguite misure sistematiche sulla prima linea costruita con conduttore del diametro di 34,6 mm (linea S. Massenza-Bovisio).

Prima di analizzare i dati raccolti si è voluto verificare l'attendibilità degli strumenti impiegati nelle misure sulla linea, studiandone il comportamento.

Si è così accertata l'attendibilità dei vibrografi a massa inerziale (limitatamente ai dati qualitativi da essi forniti) e dei contatori di vibrazione.

Con una serie di rilevazioni oscillografiche si è determinato, inoltre, il valore di quelle grandezze che gli strumenti citati non potevano misurare.

Da queste rilevazioni è stata ricavata la frequenza delle vibrazioni ed alcune sollecitazioni da queste provocate.

Per i vari elementi che costituiscono la linea: conduttore di energia e di guardia, isolatori, morsetteria e sostegno, sono stati analizzati gli effetti delle vibrazioni ed i possibili danni. È stato descritto brevemente il comportamento a fatica dei materiali più sollecitati ed è stato riportato il risultato del conteggio delle vibrazioni sulla linea citata che ha permesso di conoscere il tormento dei conduttori non protetti da antivibranti.

Dall'analisi statistica delle misure sistematiche eseguite sulla linea (circa 1400 giornate di registrazione) è stata dedotta l'influenza sulla tendenza dei conduttori a vibrare di alcuni dei molti parametri variabili (ora del giorno, stagione, morfologia del terreno, lunghezza della campata, numero e posizione degli stockbridge, ecc.).

Dalle osservazioni fatte si sono tratti utili suggerimenti per la protezione dalle vibrazioni delle linee di futura costruzione armate con conduttore di grande diametro.

Si sono fatte considerazioni economiche sul costo del montaggio di stockbridge e di sbarrette antivibranti e sulla loro differente utilità.

Si è concluso infine accennando al risparmio economico sul costo della linea che può essere ottenuto proteggendo il conduttore contro le vibrazioni.

Con la linea protetta è possibile infatti aumentare l'EDS, in accordo con i risultati dedotti dalla Commissione di studio della CIGRE e conseguentemente diminuire l'altezza e quindi il costo dei sostegni.

Memoria N. 143

**La campata sperimentale di Valbondione.**

F. MAYER-ZIOTTI

Per la realizzazione del secondo elettrodotto a 220 kV a doppia terna collegante Milano alla nuova Centrale di



Grosio (Alta Valtellina) l'Azienda Elettrica Municipale di Milano ha scelto un tracciato (129,3 km) che attraversa la Valseriana ed il Passo della Caronella (quota 2610 m) risulta, rispetto ai tracciati seguiti dagli altri elettrodotti aziendali, più breve di ben 18 km.

Nell'articolo sono illustrati i criteri adottati per superare con l'elettrodotto un « passaggio obbligato » situato al termine della Valseriana tra la località Valbondione ed il Rifugio Curò con una campata di circa 1200 m ed oltre 400 m di dislivello.

Sono pure riportati i dati di tiro raccolti dall'ottobre 1957 per un conduttore alluminio-acciaio diam. 29,3 mm tesato a scopo sperimentale tra il Pian delle Corna (quota 1459,53 m) ed il Rifugio Curò (quota 1871,08 m).

Memoria N. 105

### Comportamento meccanico di conduttori sottoposti a cicli di riscaldamento.

G. DASSETTO

Completando quanto è stato indicato nella memoria n. 302/1958 (riunione di Bari), si esamina ora il comportamento meccanico dell'alluminio 99,5 %, dell'aldrey e del rame sotto l'influenza di cicli di riscaldamento di lunga (1 mese) e di corta (3 e 5 s) durata, a varie temperature, e di raffreddamento corrispondente, a temperatura ambiente. I cicli di lunga durata confermano che, in genere, dopo un lungo periodo di raffreddamento (1 mese), si riscontrano lievi recuperi della resistenza meccanica, precedentemente diminuita per effetto del calore. I risultati delle varie esperienze sono riportati in due serie di grafici.

Anche queste ricerche di laboratorio confermano la superiorità dell'aldrey sugli altri tipi di conduttore.

Memoria N. 112

### Contributo allo studio dei sistemi meccanici di tesatura ed alla loro applicazione.

W. BETTA - G. FOLLI

Nella costruzione delle linee elettriche ad alta tensione la posa in opera del conduttore rappresenta uno dei problemi principali perchè può presentare in alcuni casi le maggiori difficoltà.

I sistemi di tesatura attualmente usati in Italia possono essere raggruppati nei seguenti metodi.

1) stendimento a bobina libera o frenata indirettamente;

2) stendimento frenato indiretto a tiro ridotto;

3) stendimento frenato indiretto con tiro elevato.

— Il primo metodo viene usato per la tesatura di conduttori in alluminio-acciaio per tratte molto brevi con elevato numero di attraversamenti con altre opere di conduttori non facilmente danneggiabili.

— Il secondo viene usato per lo stendimento dei conduttori in pianura con tratte non superiori ai 5 km.

— Il terzo infine può essere usato per qualsiasi tipo di conduttore con tratte di notevole lunghezza.

Questo metodo è il più razionale perchè permette di mettere in opera il conduttore nelle migliori condizioni possibili.

La Società Edison che ha studiato l'applicazione in Italia dei metodi della tesatura meccanica, ha preparato alcuni tipi di attrezzatura attualmente adottati da diverse Società italiane e straniere e costituenti il « Sistema Edison » di tesatura meccanica.

Tra le più importanti attrezzature costituenti il « Sistema Edison » possiamo citare: le funi, i giunti provvisori i quali hanno un carico di rottura superiore a quello del mantello di alluminio del conduttore, le carrucole, il freno, i dinamometri e l'argano.

Tra queste attrezzature rivestono particolare interesse:

un nuovo tipo di carrucola adatto per la tesatura di conduttori di elevato peso per metro per mezzo di due funi traenti e due argani, il carro freno funzionante idraulicamente che con i nuovi tipi di valvole studiati ha permesso di ottenere il tiro di stendimento pressochè invariante con la velocità, l'argano e i dinamometri i quali permettono lo stendimento del conduttore con sicurezza ad elevata velocità.

Memoria N. 153

### Considerazioni su di una serie di prove di vera grandezza su fondazioni a piedini per elettrodotti.

ANIDEL SOTTOCOMMISSIONE 24-B

La memoria tratta di una serie di prove condotte su fondazioni di linee elettriche del tipo a piedini separati.

Mediante apposite attrezzature le fondazioni sono state assoggettate a carichi di strappamento crescenti gradualmente fino al limite massimo, in modo da poter stabilire un confronto con i valori calcolati secondo le Norme CEI.

Sono stati determinati inoltre gli spostamenti raggiunti dalle fondazioni e le relative velocità in corrispondenza dei diversi valori di carico applicato.

Questi dati hanno molta importanza per lo studio del comportamento delle fondazioni sotto l'azione dei carichi variabili nel tempo. Nelle linee elettriche sono presenti infatti, oltre ai carichi permanenti, anche i cosiddetti carichi « dinamici » (vento, rottura di conduttori) aventi una durata limitata e per i quali sarebbe quindi razionale adottare dei coefficienti di sicurezza inferiori.

Le prove sono state accompagnate da una serie di analisi del terreno, eseguite allo scopo di cercar di stabilire una relazione tra le caratteristiche del suolo e la resistenza presentata dalle fondazioni.

Per arrivare a conclusioni definitive sarà necessario comunque eseguire altre prove, sia su fondazioni reali che su modelli in scala ridotta.

Memoria N. 163

### Aspetti dell'evoluzione della tecnica dei sostegni a traliccio per linee elettriche negli ultimi trenta anni.

F. BIANCHI DI CASTELBIANCO

L'Autore riassume la propria esperienza nel campo della progettazione e costruzione dei sostegni a traliccio, soffermandosi in modo particolare sull'analisi del tipo di struttura, dalla più semplice alla più complessa e discutendo, per gli elementi principali che la compongono (quali *mensole*, *traverse*, *fusto*, ecc.) i criteri tecnico-economici che consentono di ottenere i risultati più favorevoli.

L'Autore tratta poi rapidamente dei collegamenti, dei materiali, dei profili, della zincatura, delle prove di carico, delle fondazioni e delle ipotesi di carico.

Concludendo, elenca le caratteristiche dei sostegni moderni (quali rigore di schema, semplificazione costruttiva, impiego di materiali di più alto rendimento) ed indica le principali direzioni nelle quali potranno utilmente esercitarsi gli sforzi di progettisti e di costruttori alla ricerca di ulteriori progressi.

Memoria N. 158

### Sostegni in cemento armato precompresso c.a.p. per linee elettriche e di telecomunicazione.

P. SIMONINI

Nella memoria vengono esaminati i tipi, le caratteristiche tecniche, i metodi di calcolo ed i vantaggi dei sostegni in cemento armato precompresso per linee elettriche e di telecomunicazione.



Le prime realizzazioni dei pali c.a.p. dovute al Freysinet, risalgono al 1933. Dopo il 1941, l'impiego dei pali c.a.p. si è fortemente sviluppato specie nell'Africa Settentrionale Francese, dove pali c.a.p. impiegati per sostegni di linee elettriche lungo il litorale mediterraneo sono in opera da oltre quindici anni senza inconveniente alcuno.

Negli ultimi anni l'uso dei pali c.a.p. per linee elettriche, con l'affinarsi delle caratteristiche degli acciai e delle modalità di costruzione, si è notevolmente esteso anche in Europa.

La precompressione ha per effetto di aumentare il limite del carico esterno che provoca la fessurazione del calcestruzzo.

Supposto che il calcestruzzo presenti una resistenza a trazione di  $40 \text{ kg/cm}^2$  e sia sottoposto ad una precompressione di  $80 \text{ kg/cm}^2$ , la fessurazione per sollecitazione a trazione dovuta ai carichi esterni avverrà non a  $40 \text{ kg/cm}^2$ , ma a  $40 + 80 = 120 \text{ kg/cm}^2$  e cioè ad un carico tre volte maggiore.

D'altra parte, il carico esterno che provoca la fessurazione del calcestruzzo costituisce il limite reale del carico di esercizio che può essere sopportato dal palo senza che ne sia compromessa la buona conservazione (venendo altrimenti a mancare la protezione dell'acciaio di armatura contro i pericoli di corrosione, specie in prossimità del mare o in zone con atmosfera corrosiva). La precompressione consente quindi una migliore utilizzazione delle caratteristiche di resistenza del palo.

Sono descritti i procedimenti di precompressione, le caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio, i metodi di calcolo ed i controlli di fabbricazione usualmente impiegati nella costruzione dei pali c.a.p.

Normalmente i pali c.a.p. vengono costruiti nei seguenti tipi:

a) a sezione circolare cava;

b) a sezione quadrata cava;

c) a sezione rettangolare cava; e, recentemente

d) a sezione mista rettangolare-circolare alleggerita all'esterno.

Questi sostegni possono raggiungere, senza difficoltà, altezze di 20 m e più e tiri in testa fino a 1500 kg ed oltre, dato il minor peso rispetto ai tipi tradizionali e la assenza del pericolo di fessurazioni e di deformazioni durante le manovre di trasporto e di posa in opera del palo.

In tutte le applicazioni nelle quali la maggior resistenza è richiesta in una determinata direzione, mentre nella direzione ortogonale è sufficiente una resistenza minore, la sezione rettangolare e quella mista rettangolare-circolare, risultano più convenienti della circolare e della quadrata, per minor peso e minor costo del palo.

Questi casi sono assai frequenti: ad esempio, per i sostegni delle linee di telecomunicazione, di illuminazione, di contatto per trazione elettrica e di distribuzione di energia elettrica per le quali le Norme CEI non richiedono la verifica dei sostegni con le ipotesi 2) e 4) (e cioè, secondo le Norme vigenti, per i sostegni delle campate normali non superiori a 70 m e secondo le nuove Norme in progetto per quelli in genere delle campate normali in rettilineo).

In particolare, il palo a sezione mista rettangolare-circolare, mentre conserva i vantaggi di minor peso e minor costo del palo rettangolare, consente l'impiego delle stesse mensole e accessori già in uso per i pali a sezione circolare tradizionale e consente l'applicazione di contropali d'angolo o di derivazione in qualsiasi direzione.

I vantaggi propri della struttura precompressa dei pali c.a.p. possono essere così riassunti:

1) assenza di fessurazioni ai carichi massimi di esercizio (ipotesi 1) e 3) delle Norme CEI) e quindi efficace protezione delle armature contro i pericoli di corrosione,

anche quando i carichi ipotizzati si verificassero realmente;

2) ai sovraccarichi eccezionali (ipotesi 2) e 4) delle Norme CEI) le sollecitazioni nel ferro e nel calcestruzzo rimangono sicuramente nel campo elastico ed al cessare del sovraccarico la precompressione assicura la perfetta richiusura delle fessurazioni;

3) maggior resistenza del palo alle sollecitazioni alternate e alle vibrazioni;

4) maggior resistenza alle eventuali sollecitazioni accidentali al taglio e alla torsione;

5) frecce ridotte ai carichi di esercizio, scarsa inflessione e nessun pericolo di fessurazione o deformazione durante il trasporto e la posa in opera dei pali;

6) minor peso dei corrispondenti pali non precompressi;

7) autocollauda di tutto il ferro e il calcestruzzo per effetto delle sollecitazioni alle quali sono sottoposti durante la precompressione;

8) la maggior sollecitazione a trazione che possono sopportare senza fessurazioni del calcestruzzo, rende più facile ed efficace l'accoppiamento dei pali c.a.p., consentendo così di soddisfare, in moltissimi casi, le esigenze di angolazione e di amaro della linea, con l'impiego dello stesso tipo di palo.

*Memoria N. 130*

### Criteri di modifica delle palificazioni nella trasformazione di linee da 60 a 130 kV.

G. VERGANI

Attuando un piano di graduale trasformazione della rete di trasporto da 60 a 130 kV, la Società Orobica ha studiato ed eseguito, dal 1956 ad oggi, alcune interessanti modifiche di palificazioni costruite per 60 kV, 15-20-30 anni or sono, allo scopo di renderle atte all'esercizio a 130 kV.

Notevoli semplificazioni dei lavori necessari per la trasformazione sono state conseguite adottando una ragionevole riduzione dei coefficienti di sicurezza elettrici, quale è consentita dai benefici effetti della messa a terra del neutro recentemente attuata per la sola rete a 130 kV italiana.

Pertanto l'isolamento adottato ha le caratteristiche seguenti: catene di isolatori diametro 254 mm, h 145 mm, di 8 elementi in sospensione semplice, di 9 elementi in ogni altro caso - anelli di guardia superiori e inferiori - distanze spinterometriche fra gli anelli: 1 m nelle sospensioni semplici, 1,25 in ogni altro caso - distanze verso massa: 1,25 m con catene in riposo, non meno di 0,90 m con catene deviate di  $30^\circ$  dalla verticale - distanziamento orizzontale fra conduttori sovrapposti: non meno di 0,70 m.

Tutte le linee sono dotate di fune di guardia, e la messa a terra dei sostegni è stata migliorata, specialmente in prossimità delle stazioni.

Il livello di isolamento adottato, che corrisponde al più basso già in uso nella rete a 130 kV del Gruppo Edison, può ritenersi caratterizzato da una tensione di tenuta ad impulso di circa 550 kV, in discreto accordo con le Norme CEI e IEC.

Alla luce dell'esperienza della « Electricité de France » che da anni ha in servizio a 150 kV numerose linee isolate per 120 kV con 7 elementi in sospensione, ci si chiede se non si potrebbe ulteriormente ridurre l'isolamento delle linee a 130 kV, o, per lo meno, eliminare la maggiorazione di un elemento nelle catene di sospensione doppia, riducendo da 1,15 m a 1 m la distanza spinterometrica di riferimento.

L'illustrazione di tre esempi di modifica di palificazioni costruttivamente assai diverse fra loro conferma la possibilità di economiche trasformazioni da 60 a 130 kV, tra-



sformazioni che sono sempre di notevole interesse pratico, anche perchè consentono di evitare le operazioni di asservimento che divengono di anno in anno più difficoltose e sono spesso causa di intollerabili ritardi nella costruzione di nuove linee.

Memoria N. 155

## Risultati di prove su isolatori inquinati superficialmente.

G. FERRETTI

Oggetto della nota sono la descrizione e i risultati di prove di isolamento effettuate sopra isolatori inquinati superficialmente da depositi conduttori in ambiente umido.

Già da tempo sono stati sperimentati molti metodi protettivi, fra i quali negli ultimi tempi sono da annoverare i siliconi, applicati alle superfici degli isolatori secondo svariati procedimenti.

Presso il Servizio Misure e Prove della Soc. Edison-volta sono state condotte metodiche prove comparative fra isolatori trattati con siliconi e applicati secondo un originale metodo chimico, e isolatori della stessa forma non trattati, quando siano ricoperti da uno strato artificiale conduttore applicato secondo modalità ben definite, che eliminando i fattori accidentali di variabilità, consentono di ottenere risultati riproducibili.

I risultati delle esperienze di laboratorio sono stati confermati dal comportamento in esercizio durato molti mesi su una palificazione che attraversa una zona industriale.

Le conclusioni che si possono trarre dalla ricerca sono che il trattamento superficiale degli isolatori con un particolare tipo di siliconi aumenta notevolmente il valore della tensione di scarica superficiale in ambiente saturo di umidità anche in presenza di notevoli depositi conduttori. Inoltre vengono migliorate le prestazioni sotto pioggia normalizzata CEI e sotto pioggia salina. La durata dell'efficacia del trattamento è considerevole ed aumentabile mediante integrazione della sostanza silconica.

Memoria N. 135

## Il problema dell'isolamento di linee e stazioni in atmosfera inquinata.

G. ZAMORANI - G. COLOMBO

Il problema dell'isolamento in atmosfera inquinata consiste, sostanzialmente, nella difficoltà che si incontra in certe zone ad isolare correttamente impianti eserciti in alta tensione.

Quale che sia il meccanismo dei fenomeni dannosi essi si manifestano attraverso effluvi ed archi parziali che possono talvolta degenerare in veri e propri archi di contornamento.

Le impurezze che si possono depositare e provocare disturbi sono di varia natura, ma praticamente ogni deposito sulla superficie di un isolatore è, più o meno, dannoso.

Il problema che abbiamo desiderato considerare è influenzato da vari parametri e quindi pensiamo vada affrontato sperimentalmente.

Indagini in tal senso sono da oltre due anni in corso e speriamo di poterne comunicare fra breve i risultati.

Tra i parametri in gioco ricordiamo principalmente la intensità e la direzione del vento, la natura dei depositi (sodio potassio e calcio sono tra le sostanze che più contribuiscono alla conducibilità) il grado di umidità della atmosfera, l'azione del campo elettrico, le condizioni superficiali degli isolatori.

Gli elementi inquinanti possono suddividersi in tre grandi categorie:

- a) depositi elettricamente neutri o quasi neutri;
- b) depositi direttamente conducibili;
- c) depositi conducibili in presenza di acqua o di elevata umidità.

Qualsiasi sia l'origine ed il meccanismo del deposito, il risultato è che, in particolari condizioni, per esempio di umidità, una resistenza pur sempre elevata ma notevolmente inferiore a quella propria dell'isolatore, shunta l'isolatore medesimo determinando il passaggio di una certa corrente di dispersione.

I fuori servizio derivanti dagli archi esterni e la limitata vita degli isolatori conseguente ai fenomeni citati creano in particolari condizioni di esercizio inconvenienti tali da consigliare lo studio di provvedimenti atti a determinare la scomparsa o almeno la sostanziale attenuazione degli inconvenienti lamentati.

Dal punto di vista che ci interessa un isolatore può essere caratterizzato da due parametri; la *distanza di fuga* ed il *fattore di dispersione*. Prende il nome di *distanza di fuga* la lunghezza del percorso superficiale che va, lungo la superficie esterna di un isolatore, da un elettrodo metallico all'altro.

Viene chiamato *fattore di dispersione* il valore medio del rapporto tra la distanza di fuga e la circonferenza dell'isolatore misurata punto per punto lungo il percorso delle correnti di fuga.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze nulla può dirsi di definitivo sulla scelta di un isolatore opportuno; in generale i vari ricercatori concordano nel non attribuire soverchia importanza al disegno dell'isolatore limitandosi a raccomandare il sovradimensionamento dell'isolamento in quelle zone nelle quali si prevedano manifestazioni inquinanti di una certa entità.

Maggiori sforzi sono stati compiuti nella direzione intesa a ricercare quali provvedimenti di manutenzione possono adottarsi al fine di liberare gli isolatori in esercizio dai depositi inquinanti prima che questi possano, accumulandosi, portare la corrente di dispersione a valori critici per la formazione di archi.

Tali provvedimenti sono sostanzialmente riassumibili nelle seguenti categorie:

- a) pulizia manuale periodica;
- b) lavaggio periodico fuori tensione, con acqua in pressione;
- c) lavaggio periodico sotto tensione, con acqua in pressione;
- d) pulizia con polveri abrasive secche;
- e) rivestimento con grassi e paste di particolari caratteristiche.

Come sopra accennato per lo studio del problema è necessario raccogliere dati sia pratici che sperimentali.

Però la grande variabilità dei parametri reali rende contemporaneamente difficile la riproduzione in laboratorio di condizioni sperimentali che abbiano con la realtà se non un rapporto di completa analogia almeno un rapporto di chiara e predeterminabile similitudine.

E d'altro canto la lentezza con la quale si manifestano in pratica alcuni inquinamenti e la possibilità di intempestivi lavaggi ad opera degli agenti atmosferici, contrapposte alla necessità di raccogliere un grande numero di dati per una corretta interpretazione dei risultati, rende senz'altro necessario l'ausilio di prove di laboratorio su vasta scala, operate su isolatori inquinati artificialmente.

Memoria N. 122

## Alluminio + plastica nelle reti B.T. avvenire.

S. FERZETTI

Dopo i brevi richiami ai motivi tecnici ed economici che in passato hanno avviato o ritardato l'applicazione su vasta scala dell'alluminio nelle reti b.t., si descrive il nuovo tipo di cavo «Solidal» a barre piene settoriali di alluminio, isolato con materiali termoplastici e fasciati con piattine di alluminio, aventi la funzione di conduttore neutro.



Una serie di illustrazioni accompagna la descrizione della posa di tale cavo realizzata nella rete elettrica di Parma.

Si conclude con l'invito ad aggiornare le proprie valutazioni ed informazioni per l'incremento della capacità di trasporto delle reti b.t. urbane a mezzo di cavi in alluminio «Solidal».

*Memoria N. 123*

### Linee di distribuzione in cavi sospesi.

P. ARCANGELI - L. NOVELLI - O. SENONER

La comparsa di nuovi materiali (neoprene, cloruro di polivinile, gomme sintetiche, stiroliche, butiliche, ecc.) ha reso possibile un più vasto impiego di cavi aerei su impianti di distribuzione di energia, sia a media che a bassa tensione, in sostituzione di linee in conduttori nudi su isolatori.

Per quanto riguarda le linee a M.T., l'impiego di cavi aerei, sospesi mediante fascette metalliche o supporti di materiale plastico ad un fune portante, si è diffuso soprattutto negli Stati Uniti, in zone intensamente alberate o battute da forti temporali, consentendo una decisiva riduzione dei disservizi che affliggevano le linee in conduttori nudi.

I cavi che si prestano a tale impiego sono in primo luogo quelli isolati con gomma, generalmente butilica, rivestiti da una guaina di neoprene; vengono però usati anche cavi con isolamento in cloruro di polivinile o in politene; gli uni e gli altri possono essere in esecuzione unipolare (la più diffusa) o tripolare.

In Italia tale tipo di linea è stato per ora limitato, nel campo della M.T., a casi particolari, essendo tuttora il costo dei cavi piuttosto elevato.

I cavi sospesi hanno trovato invece un notevole impiego anche nel nostro Paese nel campo delle linee di distribuzione a bassa tensione.

I cavi usati in tale genere d'impianto sono dei tipi con isolamento in gomma e guaina di neoprene, con isolamento in P.V.C. e guaina di P.V.C. e infine con isolamento in gomma al butile e guaina di P.V.C.

Per quanto riguarda la formazione della linea, scartate ben presto le soluzioni che prevedevano l'impiego di cavi preuniti in fase di fabbricazione a mezzo di una spirale di nastro metallico oppure l'adozione di cavi cordati intorno alla fune di sostegno, ci si è orientati sul sistema che contempla il fissaggio dei cavi (unipolari) alla fune portante in fase di montaggio della linea, a mezzo di legature con fascette di metallo o di materiale plastico, distanziate fra di loro di 20-25 cm, in guisa da realizzare una salda unione fra cavi e corda e da rendere agevole la esecuzione dei giunti e delle derivazioni.

Tali giunti e tali derivazioni (comprese quelle per le singole utenze) vengono realizzate col sistema della ricostituzione dell'isolamento e della guaina, sia mediante speciali «compound» a freddo che, attraverso un rapido processo di polimerizzazione, induriscono permanentemente, sia, più generalmente, mediante nastature con nastri di gomma autovulcanizzante e nastri di cloruro di polivinile, opportunamente adesivizzati e plastificati; recentemente anzi si sono adottate nastature eseguite con questo solo tipo di nastro e si ha ragione di ritenere, anche in base alle accurate prove di Laboratorio, che il sistema assicuri resistenze di isolamento e caratteristiche meccaniche del tutto soddisfacenti.

Le linee di distribuzione a b.t. interamente in cavi sospesi hanno trovato un conveniente impiego soprattutto all'interno degli abitati, là dove, non essendo ancora possibile, per ragioni di costo, l'adozione di reti in cavi interrati, la soluzione tradizionale in conduttori nudi fissati su paline o su mensole incontra evidenti difficoltà di ordine pratico ed estetico.

La soluzione in cavi sospesi, che riassume in sostanza i vantaggi sia delle linee in conduttori nudi che di quelli in cavi interrati, trova una buona giustificazione anche sotto l'aspetto economico, in quanto il maggior costo rispetto alle linee in conduttori nudi, è contenuto in percentuali relativamente modeste, suscettibili di ulteriori riduzioni in futuro, e già fin d'ora compensate da minori spese di manutenzione e dalla maggior sicurezza d'esercizio.

*Memoria N. 110*

### Cavi elettrici per media tensione isolati in cloruro di polivinile (P.V.C.).

U. PELAGATTI - G. DAVINI

L'impiego del Cloruro di Polivinile nell'isolamento dei cavi per medie tensioni è un'applicazione piuttosto recente il cui sviluppo attuale non era facilmente prevedibile date le relativamente modeste caratteristiche elettriche di questo materiale. Tuttavia grazie a nuovi fattori venutisi man mano a determinare, si è potuto superare questo stato di cose. È stato così possibile di utilizzare in questo campo un materiale che presenta peculiari caratteristiche tra le quali, preminenti, la grande resistenza all'effetto corona (nettamente superiore a quella degli altri materiali normalmente impiegati nell'isolamento dei cavi), l'incombustibilità e l'indifferenza alla maggior parte degli agenti chimici.

Di queste ultime due proprietà si trae vantaggio anche per la confezione di guaine protettive, applicazione questa in continuo crescente sviluppo.

Nella memoria, dopo un breve esame di quei fattori che hanno portato la situazione allo stato attuale, si illustrano le caratteristiche meccaniche, termiche ed elettriche che, con gli attuali materiali e tecniche affinate, sono ottenibili per gli isolanti e le guaine.

*Memoria N. 104*

### Cavi elettrici per media tensione isolati con gomme naturali e sintetiche.

G. MARCHESINI

L'Autore descrive le prestazioni meccaniche ed elettriche dei cavi isolati e protetti con vari tipi di gomme; nella prima parte si considerano gli isolamenti in gomma naturale, butadiene-stirene, policloroprene, silicone, butile e nella seconda parte vengono esaminate le caratteristiche delle guaine protettive a base di gomma naturale, butadiene-stirene, policloroprene.

Tra gli isolanti di prezzo economico eccelle la gomma butilica sia per la resistenza al calore che per la stabilità dei parametri elettrici anche dopo prolungati invecchiamenti accelerati; tra i materiali per guaine, si confermano ottime le ben note caratteristiche dei policloropreni purché il colore di essi sia reso nero intenso con alte percentuali di adatti neri fumi. Le guaine a base di policloroprene, di colore nero non intenso, hanno una durata incomparabilmente minore.

La gomma siliconica, di prezzo elevato, può conservare per tempi lunghissimi ad alta temperatura le sue caratteristiche solo se il cavo con essa isolato è a diretto contatto dell'aria libera. In un ambiente dove il ricambio dell'aria è limitato, ad esempio posando in un tubo metallico o proteggendo l'anima isolata con una guaina poco permeabile all'ossigeno, è necessario procedere ad una preventiva stabilizzazione ad alta temperatura in corrente di aria riscaldata; altrimenti nasce il pericolo che il dielettrico vulcanizzato ritorni plastico perdendo ogni resistenza meccanica.



Memoria N. 146

**Aspetti del problema degli impianti di terra nelle reti a media tensione.**

R. AGOSTINI - G. RIELLO

Dato l'elevato numero degli impianti di terra nelle reti a media tensione non è pensabile controllare in ciascuno di essi che le tensioni di passo e di contatto siano inferiori ai limiti prefissati.

Poichè gli impianti di terra delle reti a media tensione hanno normalmente forme geometriche semplici è possibile prevedere i valori massimi delle tensioni di passo e di contatto in base ai seguenti tre elementi: corrente di guasto, resistenza dell'impianto di terra, forma e dimensioni del dispersore. Infatti si possono determinare sia teoricamente che sperimentalmente i coefficienti che legano le tensioni di passo e di contatto nella zona interessata dall'impianto con la tensione totale di terra (assunta come prodotto della resistenza di terra per la corrente di guasto). Si può quindi conoscere a priori, in base alla forma dei dispersori, un coefficiente che lega la tensione di contatto massima con la tensione totale di terra: in base ad esso si potrà determinare il valore massimo della resistenza di terra dell'impianto.

In terreno omogeneo la limitazione sopra trovata per la resistenza può essere facilmente trasferita ad una limitazione sulle dimensioni essendo la resistenza direttamente proporzionale alla resistività.

Se l'impianto di terra è costituito da un insieme di dispersori semplici, il valore della resistenza totale dell'impianto può essere previsto analiticamente mediante la teoria delle immagini e il principio della sovrapposizione degli effetti. Sono stati calcolati in base a questi concetti le resistenze di dispersori più comuni e le espressioni relative sono state riassunte in una tabella.

Considerando un terreno eterogeneo ma di resistività variabile solo con la profondità, la resistenza di terra di un dispersore è funzione della legge di variazione della resistività. Si può ancora esprimere analiticamente, nei casi più semplici, il valore della resistenza di un dispersore, ma le formule sono notevolmente complicate. Si possono però ancora usare le formule valide in terreno omogeneo se è possibile determinare una resistività equivalente tale da poter considerare il dispersore immerso in un terreno omogeneo di tale resistività.

Il metodo più comunemente usato per la misura della resistività è quello dei quattro picchetti, che però non si presta per il caso di impianti di piccole dimensioni perchè gli errori che si possono commettere sono molto elevati.

Alla misura della resistività si può anche risalire mediante la misura della resistenza di un dispersore di forma e dimensioni note.

Usando come dispersore un picchetto isolato per tutta la sua lunghezza eccetto che alla sua estremità, è possibile determinare il valore della resistività a varie profondità. Il metodo dà una resistività equivalente che si avvicina abbastanza a quella sentita dai dispersori usualmente impiegati negli impianti di media tensione; oltre a ciò esso ha il notevole vantaggio di determinare la profondità più conveniente per l'interramento dei dispersori.

Maggiori precisazioni si possono ottenere determinando la resistività con due picchetti isolati anzichè con uno.

Nel caso delle cabine conglobate in fabbricati spesso non è possibile costituire intorno ad esse un efficiente impianto di terra. In questi casi una soluzione può essere quella di eseguire un buon impianto di dispersione nel terreno libero più vicino (per esempio lungo il percorso dei cavi) e di stendere immediatamente sotto il pavimento del locale, alla profondità di pochi centimetri, un anello od una rete a grande lato di magliatura. Questi due impianti vanno fra di loro collegati metallicamente. Il dispersore esterno deve soddisfare alle limitazioni per la resistenza e per la tensione totale. Per esso invece non vi sono limitazioni per le tensioni di contatto non essendovene la possibilità fisica.

Memoria N. 120

**Sulla messa a terra del neutro nelle linee a media tensione.**

V. CATALIOTTI

La messa a terra del neutro nelle linee a M.T. è ancora una questione dibattuta. Differenti soluzioni sono state prospettate e realizzate in rapporto alle configurazioni ed estensioni delle reti ed anche in dipendenza dei continui progressi conseguiti nella tecnica delle apparecchiature.

Pertanto si è creduto utile riferire sugli orientamenti attualmente seguiti in questo campo.

Nelle reti a M.T. Tedesche, a schema prevalentemente magliato, l'uso della bobina di Petersen si è ormai generalizzato. Dati pluriennali di esercizio confermano la bontà di tale sistema.

In Francia, l'Electricité de France, ha svolto una serie notevole di esperienze e rilievi statistici sulle proprie reti, a schema prevalentemente radiale, ed è pervenuta alla conclusione di mettere a terra il neutro attraverso una resistenza di valore ohmico tale da limitare la corrente di guasto a terra a valori compresi tra 75 A e qualche centinaio di A.

Anche in USA, nelle linee a M.T., si è praticamente abbandonato il neutro isolato e si sono adottate varie soluzioni (resistenza, bobina di Petersen, reattanza, ecc.) a seconda dei risultati desiderati.

In Italia l'ANIDEL ha recentemente proposto un piano di studi e ricerche e ciò allo scopo di realizzare esperienze sistematiche a carattere nazionale che permettano un orientamento sicuro nella soluzione del problema.

Si riportano anche i primi risultati sperimentali conseguiti dalla S. A. Orobia.

Memoria N. 150

**Considerazioni sulla trasmissione dell'energia alla tensione di produzione a media e bassa tensione.**

B. COLOMBO - U. FADDA

Si esaminano alcune caratteristiche della trasmissione di energia negli impianti alimentati alla tensione di produzione.

In particolare sono indicati gli schemi tipici delle interconnessioni per il parallelo degli impianti industriali elettrocommerciali e del collegamento degli alternatori alle sbarre di carico e alle sbarre di sincronizzazione.

Si valutano le influenze dei reattori sulle correnti di corto circuito per guasti sulle sbarre di carico e di sincronizzazione, sulla regolazione della tensione e sui limiti di stabilità transitoria.

Allo scopo di mettere in evidenza l'andamento della corrente di corto circuito presunta per guasti sulle sbarre di carico e di sincronizzazione degli alternatori e dei motori asincroni, sono riportati i valori massimi, simmetrici e asimmetrici dopo  $1/2$  ciclo e 3 cicli dallo stabilirsi del corto circuito per due impianti tipici.

Sono inoltre esaminate le sovratensioni durante i guasti e le conseguenti manovre di interruzione.

L'articolo riporta i risultati di registrazioni oscillografiche su modelli.

Dall'esame dei valori numerici si deduce:

— negli impianti di trasmissione dell'energia alla tensione di produzione l'impedenza equivalente nei diversi punti, varia col tempo;

— i rapporti tra i valori massimi istantanei della corrente di corto circuito presunta e i valori efficaci simmetrici di questa corrente all'istante delle interruzioni e i rapporti tra i valori asimmetrici e simmetrici efficaci sono maggiori di quelli caratteristici degli impianti di trasmissione con reattanza statica prevalente;

— le sovratensioni conseguenti a guasti e alla loro eli-



minazione dipendono dalla capacità verso terra degli avvolgimenti degli alternatori e dei sistemi di trasmissione, inoltre dal tipo di messa a terra dei centri stella delle macchine.

Queste condizioni influiscono sui criteri di progettazione degli impianti e di collaudo delle apparecchiature.

Si fa notare ad esempio che gli interruttori devono essere scelti verificando l'adeguatezza del loro potere di chiusura, del loro potere di interruzione asimmetrico e controllando il limite ammesso della velocità di accrescimento della tensione di ritorno.

Questo criterio non è usuale per gli impianti di trasmissione a tensione diversa da quella di generazione.

Memoria N. 114

### Considerazioni marginali sui costi di costruzione dei grandi elettrodotti.

A. PEDONE

La consistenza sempre maggiore degli immobilizzi per le reti di trasporto impone di studiare ogni accorgimento per ridurne i costi. Accanto alle grandi economie realizzabili in sede di prima progettazione e di fornitura dei materiali, può conseguirsi una serie di economie minori mediante un paziente lavoro di affinamento dei progetti e dei metodi di messa in opera.

Per sviluppare questo tema, l'attività considerata viene suddivisa in quattro settori, per ognuno dei quali viene analizzato a titolo esemplificativo qualche argomento, attingendo all'esperienza.

#### A) Progettazione.

L'esame stratigrafico del terreno consente di scegliere e dimensionare le fondazioni dei sostegni in base a dati concreti, anziché su un semplice apprezzamento ad occhio: un quadro completo del sottosuolo si otterrà associando con sistematicità sondaggi e prove penetrometriche.

La considerazione delle vibrazioni di piccola ampiezza nei conduttori porta spesso in sede di progetto ad una riduzione del tiro, ossia in pratica ad un maggior peso dei sostegni. Un'applicazione anche massiccia di smorzatori, stabilita in base ad una sistematica analisi condotta mediante vibrografi, può compensare spesso il fenomeno, consentendo assieme ad una certa economia costruttiva un'efficace garanzia per la vita della linea.

La tesatura delle grandi linee moderne costituisce ormai un'impresa impegnativa, feconda di imprevisti e pericolosa per la salvaguardia dei materiali. Si rende perciò sempre più opportuna una dettagliata programmazione della tesatura, in modo che gli imprevisti vengano ridotti al minimo, e con essi avarie ai materiali, errori e perditempi: si realizzeranno così notevoli economie dirette e indirette.

#### B) Materiali e servizi.

Gli scarti dei materiali possono venire ridotti effettuando metodici controlli in officina durante la lavorazione, anziché limitandosi a collaudare le partite già confezionate. Il maggior contributo economico di questa azione è dato dal fatto che vanno in opera materiali più idonei e curati, diminuendo le probabilità di perditempi nel montaggio e di disservizi nell'esercizio.

L'organizzazione dei magazzini e depositi deve essere oggetto della massima cura, per evitare disservizi nei momenti cruciali della costruzione. Si indicano alcuni criteri di impostazione, e in particolare si illustra l'opportunità, oltre un certo quantitativo di materiale da smistare, dell'impiego di mezzi semoventi.

La particolare distribuzione dei cantieri di costruzione di una linea, la lontananza fra di essi e dalla Direzione lavori rendono indispensabile un efficace servizio di telecomunicazioni: il problema può risolversi mediante installazioni radio, di caratteristiche variabili a seconda

delle attività servite. I vantaggi arrecati sono assai sensibili specialmente in zone di difficile accesso.

#### C) Messa in opera.

Vengono diffusamente illustrati gli inconvenienti e i gravi danni economici, ai quali portano una *installazione dei cantieri* effettuata a preparazione del lavoro tuttora incompleta, e una conduzione dei lavori in stagione avversa. Si sottolinea la necessità di evitare queste circostanze, salvo reali casi di forza maggiore.

La limitatezza e il frazionamento dei cantieri di una linea non escludono la possibilità di *meccanizzazione* per molte lavorazioni, col che si consegue sia una migliore uniformità nell'esecuzione delle opere, sia un alleviamento del lavoro umano.

Nonostante che nei lavori di linea si tenda all'unificazione, talvolta l'economia costruttiva impone l'adozione di *opere e tecnologie particolari*. Vengono dati alcuni esempi come: fondazioni profonde in terreno friabile asciutto, eseguite con la tecnologia dei pozzi; fondazioni in roccia compatta, eseguite mediante corone di ancoraggi elementari; tesatura eseguita di notte o con nebbia; pressatura di giunti e morse d'amarro eseguite sulle mensole.

Si dimostra come un'assidua *sorveglianza dei lavori* rechi sempre sensibili vantaggi economici, sia diretti che indiretti. Si sottolinea come tale criterio consenta maggior agio nella *scelta delle Imprese*, favorendo pertanto la gestione dei lavori caso per caso più conveniente.

#### D) Gestione del personale.

La motorizzazione del personale di sorveglianza consente a quest'ultimo di dedicare maggior tempo ai lavori, di estendere il raggio di azione, e infine di elevare il tono di vita e quindi il morale, con sensibili vantaggi per la economia del lavoro.

L'alleviamento degli inevitabili disagi del personale addetto ai lavori di linea ne promuove un miglior rendimento: vengono dati alcuni esempi sulle iniziative possibili. Si sottolinea infine l'importanza indiretta — a prescindere da quella diretta — di una intensa vigilanza antinfortunistica.

Si conclude affermando che il continuo aggiornamento delle idee e dei metodi, e l'approfondimento tempestivo dei problemi, costituiscono il fondamento di un'organizzazione razionale del lavoro, e con essa di una gestione economica.

Memoria N. 128

### Confronti economici riguardanti la trasmissione di differenti forme di energia.

G. FALOMO

La scelta di un sistema di trasmissione dell'energia, determinata prevalentemente da considerazioni di ordine economico, deve essere effettuata nell'ambito dell'intero ciclo seguito dall'energia per giungere alla sua utilizzazione finale a partire dalla fonte energetica primaria: in tal modo il costo di trasmissione potrà influire sulla stessa scelta della fonte energetica ed indicherà comunque la forma più economica sotto cui l'energia può essere trasmessa. Le difficoltà insite in una valutazione di portata così generale, della quale viene sommariamente indicato il procedimento, spingono ad adottare delle opportune ipotesi restrittive, per cui il calcolo può essere limitato alla sola fase della trasmissione, consentendo di ottenere ancora delle indicazioni abbastanza precise e comunque utili per un confronto fra i sistemi di trasporto delle varie forme di energia. Supposto che la forma finale sotto cui si vuol ottenere l'energia sia l'elettricità, ci si può ridurre in sostanza a due casi: trasporto del combustibile (fossile o nucleare) e trasmissione dell'energia elettrica, dato che l'energia idraulica è quella geotermica debbono essere



trasformate in energia elettrica nel luogo stesso dove sono reperibili. Fissato il costo dei combustibili e della energia elettrica ed il tasso d'interesse e d'ammortamento sul capitale investito e valutato il costo degli impianti e mezzi adibiti alla trasmissione, il relativo costo annuo di esercizio e le perdite, si può determinare il costo di trasmissione unitario, ossia riferito ad 1 kWh e ad 1 km. Tale costo varia principalmente in funzione di tre parametri: la potenza trasmessa, la distanza di trasmissione e la utilizzazione annua. Un calcolo completo per i vari tipi di combustibili e di sistemi di trasporto ha portato a tracciare una serie di curve, che forniscono i costi unitari in funzione di ciascuno dei tre suddetti parametri e consentono quindi il confronto fra le varie soluzioni; dove il confronto non riesce in tal modo immediato, sono stati tracciati altri opportuni diagrammi. I risultati, tenute presenti le notevoli limitazioni cui già si è accennato e le incertezze insite nella valutazione delle singole voci di costo, indicano la convenienza del trasporto del petrolio greggio mediante oleodotto, del gas naturale ad alta pressione mediante gasdotto (entro certi limiti di potenza, distanza ed utilizzazione) e del carbone per via acqua e, pure entro certi limiti, per via terrestre. Negli altri casi generalmente il trasporto è più economico sotto forma di energia elettrica, ossia conviene effettuare la costruzione delle centrali elettriche in prossimità delle fonti energetiche anziché presso i centri di consumo.

*Memoria N. 129*

### **Alcune considerazioni ed esperienze sulle perdite di energia per correnti parassite nelle funi di guardia degli elettrodotti.**

L. PARIS - M. SFORZINI

Un procedimento di calcolo, condotto in base ad alcune ipotesi semplificative e convalidato da prove sperimentali su una linea in esercizio a 220 kV, ha consentito di determinare l'entità delle perdite per correnti parassite nelle funi di guardia di linee ad A.T. e di valutare gli oneri conseguenti.

Questi oneri, generalmente trascurabili nel caso di linee elettriche a 220 kV, diventano apprezzabili in linee con due funi di guardia per tensioni di esercizio di 380 kV e superiori; per quanto la loro entità sia sempre modesta se paragonata al costo totale del trasporto dell'energia, la loro eliminazione o riduzione può risultare consigliabile, in quanto è possibile realizzarla con mezzi relativamente semplici ed in maniera tecnicamente soddisfacente.

La presente memoria descrive dettagliatamente alcuni metodi di isolamento totale e parziale e di semplice interruzione delle funi, atti appunto ad eliminare o a ridurre le perdite in questione, considera gli aspetti tecnici delle diverse soluzioni proposte ed imposta un confronto di convenienza economica fra queste soluzioni e l'attuale pratica di collegare a terra le funi in corrispondenza di ogni sostegno di linea.

*Memoria N. 103*

### **Alcune tendenze attuali nella costruzione delle stazioni elettriche.**

E. BAGALÀ

Si mette in evidenza come la centralizzazione dell'esercizio dovuta alla formazione di dispacciatori centrali e periferici e la conseguentemente necessaria centralizzazione della manutenzione faranno venir meno, in un certo numero di anni, i compiti tradizionali del personale addetto alle stazioni elettriche. Ciò permetterà di ridurre il personale di molte stazioni, eliminando, in particolare, i consueti tre turni di servizio ed adibendo ad ogni stazione due soli elettricisti, di cui uno sarà il vero addetto all'impianto e l'altro il suo sostituto.

Si mostrano quindi i criteri costruttivi adottati per tener conto di queste nuove vedute. È così illustrata la disposizione in un unico fabbricato delle abitazioni per il personale e del locale per il quadro di comando, la disposizione delle apparecchiature di controllo e protezione delle varie linee in appositi chioschi sistemati nella stazione all'aperto, l'impiego del comando a distanza dal quadro dei vari apparecchi, l'impiego della richiusura automatica degli interruttori e di registrazioni automatiche, nonché altre disposizioni di minore importanza.

Vengono illustrate infine alcune realizzazioni pratiche mostrando fra l'altro i più recenti criteri adottati in fatto di quadri di comando, realizzati in pannelli estraibili e di dimensioni molto ridotte.

*Memoria N. 137*

### **Protezioni elettriche delle stazioni di trasformazione connesse a centrali di produzione e loro coordinazione con le protezioni delle linee elettriche.**

U. UGOLINI

Viene dapprima esaminato brevemente il problema delle protezioni delle stazioni di trasformazione facenti parte di sistemi a 220 kV con neutro a terra con la conclusione che, soprattutto quando queste siano connesse direttamente a centrali di produzione, è necessario predisporre specifici relè protettivi, non risultando sufficienti allo scopo i relè installati sulle linee.

Ciò posto vengono dati cenni molto sommari in merito alle possibili soluzioni del problema, utilizzando tale presentazione generale di esso per delinearne gli aspetti e le condizioni cui debbono soddisfare i vari sistemi di protezione.

Si descrivono infine, in dettaglio, i complessi di protezione, rispettivamente per guasti di singola fase a terra e di fase a fase, che sono stati affrontati per il duplice sistema di sbarre della stazione di Civitavecchia, connessa da un lato alla centrale termoelettrica della Società Termoelettrica Tirrena e dall'altro alle linee a 220 kV del sistema Terni, SRE e Valdarno.

Passando a precisare le tarature dei due sistemi di protezione, viene infine esaminato un caso particolare di possibile funzionamento della protezione contro i guasti di singola fase a terra.

*Memoria N. 138*

### **Un contatore di perdite ohmiche in linee di trasmissione.**

F. NEGRI

Si descrive un nuovo contatore trifase di perdite ohmiche ricavato con opportune modifiche da un normale contatore monofase d'energia attiva. L'apparecchio, studiato e realizzato dal Servizio Misure e Prove della Edison-volta S.p.A., è destinato ad essere alimentato dalle tre correnti di un circuito trifase di cui integra gli A<sup>3</sup>h.

Il nuovo contatore trifase ha errori propri, rilevati con carico trifase equilibrato e correnti praticamente sinusoidali a 50 p/s, compresi entro il  $\pm 2\%$  dal 20 al 120% della sua portata nominale. In base all'espressione generale del suo errore sistematico con carico squilibrato ed impuro viene mostrato come, grazie alla particolare inserzione adottata, il contatore funzioni con buona precisione anche con gradi di squilibrio e d'impurità relativamente elevati.

Accennato brevemente all'impiego del nuovo contatore trifase nel rilievo delle perdite ohmiche in linee a bassa e media tensione, viene trattata la sua applicazione su lunghe linee ad alta tensione per le quali è messo in evidenza, con esempi numerici e diagrammi, come la misura delle perdite ohmiche effettuata attraverso un contatore



di A<sup>3</sup>h sia errata, sia che esso venga inserito a monte che a valle, a causa della variazione della corrente lungo la linea per effetto della capacità della stessa.

Viene mostrato infine, sia teoricamente che con risultati sperimentali, come l'errore commesso divenga trascurabile inserendo due di tali contatori, uno a monte e uno a valle della linea, e deducendo le perdite ohmiche dalla media delle loro indicazioni.

*Memoria N. 131*

## La manutenzione delle linee elettriche in tensione.

M. FERRARIO - G. GUGLIORMELLA

### Considerazioni generali.

Il problema della manutenzione delle linee in tensione è ormai da tempo oggetto di studi ed esperienze da parte di molti Paesi; anzi in alcuni di questi Paesi il sistema è già stato adottato.

Notevoli sono i vantaggi tecnici ed economici che derivano dalla possibilità di eseguire lavori su elementi in tensione.

I sistemi più usati si riassumono come segue:

— l'operatore è a potenziale terra e lavora sugli elementi in tensione a potenziale di linee mediante attrezzi adeguatamente isolati (sistema americano e svedese);

— l'operatore è a potenziale di linee e lavora liberamente sulle parti in tensione essendo isolato dal potenziale di terra (sistema russo).

### Situazione italiana ed estera.

La situazione italiana è determinata dal D.P.R. n. 547 del 27 aprile 1957 che prescrive norme di sicurezza per la esecuzione di lavori su impianti fuori tensione e non contempla la possibilità di lavori su impianti in tensione.

Negli Stati Uniti è fin dal 1930 che si è iniziato il lavoro su impianti in tensione incominciando dalle tensioni più basse fino ad arrivare, nel 1954, ad eseguire lavori sul 354 kV.

Anche in Svezia si è adottato il sistema dell'operatore a potenziale di terra ed avendo affrontato il problema solo recentemente (1950) si è partiti dall'esperienza americana.

Nell'URSS la necessità di effettuare lavori su impianti in tensione si è manifestata durante l'ultima guerra ma si è sviluppata in seguito in modo impressionante. Il sistema adottato è quello dell'operatore a potenziale linea.

In Francia l'E.d.F., ispirandosi alle esperienze altrui, ha in corso studi e prove per l'adozione della manutenzione delle linee in tensione e conta di iniziare quanto prima i lavori veri e propri.

### Conclusioni.

Quanto esposto, relativamente alla manutenzione delle linee in tensione in alcuni Paesi, permette di concludere che anche in Italia il problema dovrebbe essere affrontato e risolto.

A questo scopo gli Autori prospettano le possibilità di arrivare a questa soluzione, in pieno accordo colle disposizioni di legge.

*Memoria N. 140*

## Primi contributi del C.E.S.I. allo studio dei problemi relativi al trasporto dell'energia elettrica.

G. CARRARA - G. CATENACCI - A. FORMICA

Per illustrare i primi contributi del CESI (ora Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano «Giacinto Motta») si sono brevemente illustrati quattro lavori, eseguiti per clienti diversi, che si concatenano nel quadro del comportamento delle linee ad alta tensione in caso di scariche atmosferiche.

Il primo lavoro illustra lo stadio attuale dell'indagine statistica sulla frequenza delle scariche atmosferiche a

terra, condotta dal CESI su incarico dell'ANIDEL. Viene descritto lo scopo dell'indagine, il tipo di apparecchio adoperato, le sue modalità di installazione e l'ubicazione in Italia dei vari contatori già installati.

Il secondo lavoro riguarda il comportamento di una catena di isolatori, dotata di spinterometri di protezione, sotto sollecitazione ad impulso che provoca la scarica. Lo scopo del lavoro è quello di mettere in evidenza la protezione che gli elementi spinterometrici offrono alla catena di isolatori. Le prove eseguite su una catena di sei isolatori cappa e perno, con spinterometri di diverse dimensioni, hanno messo in luce che, per tensioni non molto superiori alla tensione di scarica al 50 % dello spinterometro, la scarica cessa di avvenire tra lo spinterometro per aver luogo lungo la catena.

Il terzo lavoro tratta del comportamento degli interruttori durante l'interruzione di un corto circuito che avvenga in linea ad una distanza dall'interruttore di qualche chilometro (guasto chilometrico). Viene illustrato in qual modo tale tipo di guasto riesce particolarmente severo per certi tipi di interruttori come quelli ad aria compressa.

Per poter effettuare prove sistematiche di questo tipo è stata realizzata un'apposita linea di 2 km, interamente entro il terreno del CESI, sulla quale sono già state eseguite oltre 300 prove con correnti variabili fino a 43 000 A eff. simmetrici.

Tali prove hanno messo in luce la particolare severità del guasto chilometrico e d'altra parte hanno permesso di controllare l'efficacia delle misure appositamente prese per superarla.

Il quarto lavoro riguarda la possibilità di riuscita della richiusura monofase su lunghe linee ad alta tensione, come limitata dalla corrente, così detta residua, che fluisce dopo lo spegnimento dell'arco di corto circuito a causa dell'accoppiamento della fase isolata con quelle in funzione e ugualmente dalla tensione che ritorna fra terra e conduttore isolato, allo spegnersi della corrente residua. La determinazione di queste due grandezze, corrente residua e tensione di ritorno, può esser fatta analiticamente nei casi più semplici. Nei casi più complessi (linee molto lunghe e con forte carico, eventualmente dissimmetriche e con reattori derivati) si è proceduto mediante l'analizzatore di reti realizzando un modello trifase del sistema ed eseguendo direttamente su di esso le misure.

## 3. Tecnica delle linee a tensione superiore a 220 kV.

*Memoria N. 132*

### Impostazione generale del problema delle altissime tensioni.

L. MAGGI

Il 380 kV, superata brillantemente la fase sperimentale, può oggi considerarsi una tensione normale.

Studiato fondamentalmente per risolvere problemi di trasporto di energia elettrica a grande distanza, rendendo così possibile lo sfruttamento di risorse idroelettriche molto lontane dai centri di consumo, il 380 kV può rendere grandi servizi su medie distanze per il trasporto di grandi potenze.

Questa è l'utilizzazione più interessante per l'Italia, dove l'incremento dei consumi di energia elettrica si mantiene fra il 5 e il 7 % all'anno, di modo che nei prossimi 15 anni è da prevedere il raddoppio della potenza da generare.

Poichè non è pensabile di aumentare in eguale misura l'estensione della rete di trasporto, è inevitabile che si ricorra al 380 kV dato che un elettrodotto a questa ten-



sione equivale a tre elettrodotti a 220 kV e a nove elettrodotti a 130 kV.

Nella fase attuale, più che il perfezionamento della tecnica costruttiva delle linee a 380 kV, dovrebbe interessare lo studio dello schema di inserzione della futura rete italiana a 380 kV nelle esistenti reti a 130 e 220 kV. In effetto in diversi casi potrebbe risultare conveniente evitare la doppia trasformazione, passando direttamente dal 380 al 130 kV.

Una simile soluzione potrebbe implicare qualche modifica nei programmi di prossima attuazione di sviluppo delle reti a 220 e 130 kV e qualche modifica nei concetti costruttivi delle linee a quest'ultima tensione.

Un simile studio svolto dai vari Aggruppamenti elettrici, permetterebbe di individuare i futuri terminali dei vari elementi della rete a 380 kV facilitando lo studio successivo dello schema dell'interconnessione a 380 kV di questi centri di utilizzazione fra di loro e con le future grandi centrali termoelettriche.

*Memoria N. 106*

### Cassiniane e lemniscate negli elettrodotti ad altissima tensione.

P. G. ANTONIOLI

L'importanza crescente assunta dagli elettrodotti ad altissima tensione impone una costante ricerca di mezzi espressivi e rappresentativi sempre più idonei a sintetizzare i complessi fenomeni inerenti al convogliamento ed alla stabilità di ingenti quantitativi di energia.

I diagrammi naturali — con l'impiego di particolari curve — si rivelano particolarmente felici nella visualizzazione delle grandezze in gioco, suggestivi nella forma, utili nei risultati raggiunti con una trattazione organica degli argomenti.

Eseguendo opportune elaborazioni matematiche sulle equazioni generali del quadripolo fondamentale si constata che i luoghi dei punti per cui è costante la potenza apparente unitaria in partenza sono delle curve di 4° grado, dette ovali di Cassini o cassiniane.

Il quadripolo si comporta così, in ultima analisi, come un vero e proprio trasformatore di funzioni, raddoppiando il grado della relazione tra le potenze all'entrata — che è del 2° ordine — in uno di grado ancora doppio — cioè del 4° ordine — tra quelle di uscita.

Ad integrazione dei diagrammi vettoriali di Perrin e Baum e di quelli circolari normali, viene riportato il diagramma naturale completo dell'elettrodotto transalpino svizzero del Lucomagno a 220-380 kV, collegante Lavorgo (Canton Ticino) con Amsteg (Cantone di Uri), completando l'impiego delle quartiche con le famiglie dei cerchi delle potenze reattive in partenza, dei rapporti delle tensioni in partenza ed in arrivo, delle perdite e dei rendimenti.

Delle cassiniane poi è stata discriminata la triplice possibilità di comportamento: quando essa è costituita da un solo ramo chiuso, non passante per l'origine e contenente nel suo interno i due fuochi; quando consta di due rami chiusi contenenti ciascuno nel suo interno un fuoco; quando infine, al limite, diventa lemniscata di Bernoulli. Di quest'ultima curva è possibile determinare l'area mediante integrali elementari, mentre invece la quadratura, per l'ovale di Cassini, dà luogo ad integrali ellittici.

Al campo delle ovali vanno ascritte — lato sensu — anche le lumache o lemniscate di Pascal che completano in maniera elegante e ad «alto livello matematico» lo studio degli elettrodotti su cui sono inseriti i generatori sincroni che esse rappresentano.

Viene infine sottolineata l'importanza pratica delle cassiniane e delle lemniscate come linee di campo magnetico dei conduttori gemellari ed a fascio, con una suggestiva analogia coi fronti d'onda di pressione conseguenti a due o più interruzioni di arco elettrico in olio.

*Memoria N. 141*

### Conduttori per altissime tensioni e questioni annesse.

C. PRAMAGGIORE - L. PARIS

In questo rapporto vengono passati in rassegna i problemi fondamentali relativi al proporzionamento dei conduttori in linee ad altissima tensione. Dopo aver brevemente accennato al proporzionamento economico delle sezioni attive ci si sofferma in particolare sui problemi corona (perdite e radiointerferenze) nel tentativo di puntualizzare l'attuale situazione e di fornire al lettore quei mezzi di orientamento che l'esperienza fino ad oggi raccolta sembra mettere a nostra disposizione.

Circa i problemi meccanici vengono passate in rassegna le tendenze attuali.

*Memoria N. 107*

### Determinazioni teoriche e rilievi sperimentali di effetto corona su elettrodotti ad altissima tensione.

P. G. ANTONIOLI

Nella prima parte della memoria vengono confrontati i risultati raggiunti con misure sull'effetto corona alle altissime tensioni, anche in corrente continua, in vari Paesi.

Il convogliamento di sempre maggiori quantitativi di energia, a tensioni dell'ordine di 400 kV e, in un prossimo futuro e per grandissime distanze, di 750 kV e oltre, con l'adozione di conduttori speciali cavi all'interno oppure normali a fascio, ha imposto la necessità di sempre più precisi rilievi sperimentali per verificare l'entità e l'andamento del fenomeno corona in quelle particolari condizioni. Da Peek a Peterson, da Prinz-Willheim a Ryan-Henline, da Holm a Carrol, da Müller a Potthoff c'è tutta una letteratura al riguardo che spesso conduce a risultati fra loro discordanti a seconda dei criteri informatori dei diversi Autori e dei limiti di validità da essi assegnati alle formule proposte.

Viene poi riferito sui rilievi effettuati sull'elettrodotto svizzero del Lucomagno a 220÷380 kV: data la notevole quota a cui si svolge tale linea avente il percorso compreso per il 10 % fra 500 e 1 000 m s.l.m., per il 27 % fra 1 000 e 1 500 m s.l.m., per il 48 % fra 1 500 e 2 000 m s.l.m. e per il 15 % fra 2 000 e 2 500 m s.l.m., l'effetto corona meritava di essere accuratamente studiato e controllato sperimentalmente, in modo da conferire attendibilità al valore della conduttanza di dispersione, il cui valore medio è risultato di  $0,219 \cdot 10^{-6}$  Siemens/km. Con tempo pessimo e limitatamente al tronco sopra i 2 000 m s.l.m. la conduttanza di dispersione raggiunge il valore di  $0,590 \cdot 10^{-6}$  Siemens/km a cui corrisponde una perdita di 8,5 kW/km e per fase. L'apparecchiatura sperimentale di misura consiste essenzialmente in un ponte di Schering adattato per altissime tensioni e racchiuso in gabbia di Faraday.

Per la possibilità di ricerche di maggiore ampiezza e per la sua attrezzatura merita un cenno particolare il centro sperimentale di Gösigen, dove la Casa Escher-Wiss di Zurigo ha costruito un recipiente cilindrico a tenuta, a doppia parete, di circa 3 m di diametro e lungo 14 m in cui viene posto il conduttore in prova che si trova così isolato termicamente ed assoggettato a ben determinate condizioni climatiche prodotte da un complesso di impianti ausiliari e di circuiti di aria, olio,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CaCl_2$ . Queste attrezzature «climatiche» — come pure la gabbia esterna cilindrica per le prove all'aperto — sono naturalmente completate da adeguate apparecchiature elettriche a ponte di Schering e gabbia di Faraday.



Memoria N. 133

**Le sollecitazioni di tensione in esercizio e la loro importanza per il dimensionamento dell'isolamento negli impianti ad alta tensione.**

H. DORSCH - G. MERIGGI

Un dimensionamento razionale dell'isolamento dal punto di vista tecnico ed economico negli impianti ad alta tensione è basato sulla conoscenza delle sollecitazioni della tensione in esercizio. Inoltre per l'isolamento esterno è necessario considerare il degradamento del potere isolante determinato dalle condizioni ambientali (altitudine, nebbia, depositi di polvere, ecc.).

Suddivisione delle sovratensioni secondo la loro intensità e durata: sopraelevazione di tensione alla frequenza di esercizio, sovratensioni di origine interna, sovratensioni atmosferiche.

Influenza determinata dalla messa a terra del centro stella.

Il potere isolante di isolatori ricoperti da strati estranei artificiali (sistema di prova e risultati delle misure).

Esempi di sovratensioni di origine interna: contatti a terra in reti con bobina di estinzione e con neutro a terra, sovratensioni dovute a manovre di interruttori con carichi capacitivi ed induttivi.

Il potere isolante per le sovratensioni di origine interna.

Conclusioni per il dimensionamento dell'isolamento degli impianti: la normale prova dell'isolamento esterno con tensione alternata sotto pioggia non risulta sufficiente per poter giudicare il potere isolante nel caso di presenza di strati superficiali estranei.

La limitazione delle sovratensioni ottenuta con l'impiego di scaricatori con prestazioni adeguate rende possibile la costruzione di impianti con un livello di isolamento più basso.

Memoria N. 165

**Progressi nella tecnica delle protezioni in relazione allo sviluppo del trasporto di energia ad altissima tensione.**

W. SENG

La protezione distanziometrica rimane la protezione più completa anche per le linee esercite con tensioni superiori a 220 kV; le sue caratteristiche sono state perfezionate nel senso di aumentarne la rapidità di intervento e di renderne più efficace la compensazione d'arco. Si è tenuto conto nello sviluppo delle protezioni della possibilità di impiegare i diversi tipi di apparecchiature per il collegamento in alta frequenza, che la tecnica ha ulteriormente perfezionato. È stato creato inoltre per i relè ad un sistema di misura un dispositivo accessorio per la compensazione d'arco in linee estremamente brevi protette con relè ad impedenza senza canali pilota. Sono state anche tenute presenti particolari condizioni di guasto in doppie terne che possono provocare in determinati casi, in reti con neutro direttamente a terra, funzionamenti scorretti dei relè distanziometri con circuiti di misura classici. Sono state studiate le opportune modifiche anche per tali possibili condizioni di guasto.

È stato sviluppato inoltre un dispositivo localizzatore di guasto da impiegare in unione ai relè distanziometrici per determinare la posizione del guasto.

Per condizioni di impianto particolari, specie quando non siano disponibili riduttori di tensione, è stata creata una protezione a confronto di fase con collegamento in A.F.

Per la protezione di sbarre anche multiple è stata creata una protezione differenziale che disinserisce rapidamente solo la parte d'impianto colpita dal guasto.

Memoria N. 162

**Cavi elettrici per trasporto di energia in sistemi trifasi a 400 kV.**

N. PALMIERI

Si parla oggi sempre più frequentemente di tensioni dell'ordine di 400 kV e oltre, utilizzate per trasporto a grandi distanze di forti quantità di energia elettrica. Progettisti e fabbricanti sono perciò stati indotti a risolvere i problemi inerenti alle varie apparecchiature necessarie, onde adeguarne le prestazioni alle nuove esigenze.

Oggi il progettista di installazioni a 400 kV può disporre di un cavo adeguato alle prescrizioni di coordinamento degli isolamenti per la suddetta tensione e l'industria specializzata può ormai fornire insieme al cavo, tutti gli accessori ad esso relativi.

Si accenna ai vari problemi inerenti al dimensionamento e alla fabbricazione di un cavo adatto per queste tensioni e viene inoltre presentata la realizzazione di una linea trifase a 400 kV in cavo ad olio fluido a bassa pressione installata a Milano presso un importante laboratorio per alta tensione.

Memoria N. 136

**Caratteristiche fondamentali delle stazioni ad altissima tensione.**

A. BRAMBILLA

In occasione della progettazione di alcune stazioni a 380 kV, sia trasmettitori che ricevitori, apparve che i problemi che esse presentano sono gli stessi di quelle a 220 kV; essi sono sempre contenuti nello stesso campo e si possono risolvere colle stesse disposizioni.

Lo schema generalmente è su una sbarra di servizio più una di traslazione, salvo qualche grande nodo a 220 kV dove può essere opportuno avere due sbarre di servizio per diminuire le correnti di corto circuito. Talora conviene sezionare la sbarra di servizio in modo da avere come due mezze stazioni.

Se usare trasformatori, oppure autotrasformatori, unità monofasi o trifasi, macchine di grande o di media potenza, dipende dalle situazioni locali di ogni impianto; e così il modo di sostituire una unità monofase di riserva a quella guasta dipende dal tipo di stazione.

Dal punto di vista costruttivo, il problema elettrico da risolvere è solo quello del fenomeno corona, e non presenta difficoltà; il problema meccanico è invece il più importante a causa delle grandi distanze reciproche fra i conduttori le apparecchiature e le masse. I tipi fondamentali di impianti sono due, a seconda che le sbarre siano fatte con conduttore flessibile teso (corda) oppure con conduttore rigido appoggiato (tubo).

Controlli e comandi sono riuniti in un solo ambiente messo in posizione centrale rispetto agli stalli, quando la stazione è presieduta o comunque si vuole un quadro riassuntivo della situazione; quando invece la stazione è comandata e controllata a distanza e non vi è il quadro centralizzato, allora può anche essere conveniente situare relè, contatori, misuratori nelle vicinanze dei singoli stalli che saranno collegati solo dalla linea di teletrasmissione.

I servizi ausiliari a corrente alternata e continua, e ad aria compressa saranno al chiuso o all'aperto a seconda delle due ipotesi prima indicate.

Memoria N. 101

**Considerazioni sulle ipotesi di calcolo delle linee elettriche a 380 kV.**

L. MAGGI

Le dimensioni delle linee elettriche ad altissima tensione e gli impegni finanziari che esse richiedono stanno



assumendo valori tali che doveroso è indagare se le prescrizioni relative alla progettazione di queste linee non conducono a criteri cautelativi eccessivi.

Un'indagine del genere però non può essere fatta in base a considerazioni astratte più o meno opinabili ma deve basarsi su concetti statistici probabilistici. In base a razionali rilevamenti statistici si dovrebbero stabilire le curve di frequenza degli incidenti di carattere meccanico cui sono soggette le linee elettriche in funzione dei fattori che differenziano le linee stesse, come ad esempio la resistenza meccanica dei conduttori, la lunghezza delle campate, il grado di isolamento, ecc. ecc.

Queste curve dovrebbero permettere di individuare quali sono le prescrizioni vigenti che possono essere mitigate nel caso di linee ad altissima tensione.

*Memoria N. 142*

### **Criteri di progetto per le future linee a 380 kV della Edisonvolta e prime realizzazioni sperimentali.**

L. PARIS

In questi ultimi anni alcune linee elettriche a 220 kV in Italia sono state progettate e realizzate in modo da consentire, con varianti più o meno sostanziali, un eventuale futuro funzionamento a 380 kV.

Tra queste figura la Mese-Bovisio che è stata realizzata integralmente per il futuro livello di tensione.

L'esperienza fatta nella progettazione di questa linea, come modesto contributo allo sviluppo delle nuove tecniche delle linee ad altissima tensione, costituisce l'oggetto di questo rapporto.

Naturalmente ci si soffermerà in particolare su quei criteri di progetto e quelle realizzazioni che in questa linea trovano applicazione per la prima volta nella rete Edisonvolta.

Questi elementi nuovi, oggetto di questo rapporto, sono:

- livello di isolamento e caratteristiche delle catene di isolatori;
- conduttori, in particolare il conduttore singolo per le zone di montagna;
- palificazione, come risulta dai nuovi criteri di impiego dei pali di sospensione.

Prima di intraprendere la costruzione della linea si è ritenuto opportuno dare a questi nuovi criteri di progetto e alle nuove realizzazioni un banco di prova: per questo è stata anticipata la costruzione di un breve tronco di linea su cui tutti gli elementi nuovi potessero trovare applicazione.

Questo « tronco sperimentale » che viene descritto nel rapporto, e che sarà armato con tre tipi diversi di conduttori verrà utilizzato anche per lo studio del comportamento elettrico e meccanico della linea; esso sarà perciò equipaggiato con strumenti atti ad eseguire le necessarie misure; una stazione di alimentazione a 380 kV permetterà di eseguire prove di tensione per lo studio dei fenomeni corona.

*Memoria N. 125*

### **Le installazioni di misura per lo studio dei fenomeni corona sul tronco sperimentale a 380 kV della linea Mese-Bovisio.**

L. PARIS - F. REGGIANI - M. SFORZINI

Data l'importanza che i fenomeni « corona » assumono nella progettazione di linee ad altissima tensione e considerate le incertezze che derivano dall'utilizzazione dei dati, assai dispersi e spesso di non facile interpretazione, raccolti in merito da altri sperimentatori è apparsa evidente l'utilità di eseguire un ciclo di esperienze su questi

fenomeni quando si è presentata l'opportunità di anticipare la costruzione di un tronco di una linea destinata in un futuro ad essere esercitata a 380 kV.

Le prove avranno il fine di verificare, mediante l'esperienza diretta, il comportamento dei conduttori e degli armamenti di linea prescelti per i futuri impianti a 380 kV della Edisonvolta.

Le prove in programma su questa linea sperimentale, lunga circa 4 km ed armata con tre conduttori di tipo diverso, consisteranno fondamentalmente in misure di perdite corona ed in misure di radio-disturbo.

La memoria discute i limiti di validità delle prove in programma ed esaminando dettagliatamente i diversi fattori che influenzano le prove stesse, descrive le apparecchiature dell'impianto sperimentale, i metodi e gli strumenti di misura adottati ed accenna ai criteri per la elaborazione dei risultati; si chiude con un cenno ad altre misure secondarie che verranno eseguite sull'impianto.

*Memoria N. 134*

### **Il sistema a 380 kV El Chocón-Buenos Aires.**

† A. DALLA VERDE - E. PETRINI

Il progetto del sistema El Chocón-Buenos Aires è stato effettuato nel quadro dello studio delle fonti di energia per l'Argentina da una Società di Buenos Aires in collaborazione con tecnici italiani e svedesi.

Su una distanza di 1 070 km il sistema dovrà collegare alla rete della capitale argentina la centrale di El Chocón, con una potenza di 500 MW aumentabile a 650.

La linea (una terna a 380 kV) è suddivisa in tre tronchi da due stazioni intermedie. In queste ultime è attuata la compensazione longitudinale mediante condensatori in serie e trasversale mediante reattori a 400 kV.

Il grado di compensazione è nell'uno e nell'altro caso del 60 %.

La memoria ricorda brevemente le ragioni di questo schema, e come si è provveduto alle diverse esigenze legate al trasporto di energia a grande distanza, segnatamente la regolazione della tensione, la messa in tensione della linea a vuoto, l'angolo di trasmissione e la stabilità statica, la richiusura rapida degli interruttori sotto il doppio aspetto della stabilità dinamica e della deionizzazione degli archi durante i guasti, le sovratensioni durante il prodursi e l'eliminazione dei guasti.

Le determinazioni sono state effettuate sull'analizzatore di rete, e sono state prese in esame diverse varianti nella ricerca della soluzione migliore.

Consequentemente allo schema prescelto i condensatori in serie installati in ogni stazione hanno una reattanza di 103  $\Omega$ . I reattori a 400 kV sono, sempre in ogni stazione, tre unità da 65 MVA. Esse sono collegate secondo uno schema che, accanto alla compensazione trasversale, contribuisce pure, in occasione della richiusura monofase, ad una rapida eliminazione dei guasti.

Nella memoria sono riportati infine gli elementi essenziali della linea, del macchinario e delle apparecchiature e le particolarità che caratterizzano questo sistema di trasporto dell'energia.

### **4. Trasmissione dell'energia a corrente continua.**

*Memoria N. 111*

#### **Considerazioni sulla trasmissione in cavo a corrente continua.**

P. GAZZANA PRIAROGGIA - G. PALANDRI

L'impiego di cavi a corrente continua ad alta tensione si presenta oggidì quale mezzo per risolvere il complesso



problema della trasmissione di energia elettrica a lunga distanza attraverso i mari.

L'esperienza acquisita a tutt'oggi circa il comportamento dei vari dielettrici comunemente usati per la corrente alternata, quando siano sottoposti a corrente continua, non è certo paragonabile a quella ottenuta in tanti anni di esercizio di cavi a corrente alternata, tuttavia alcuni punti fondamentali possono essere stabiliti.

A differenza del regime a corrente alternata, nel quale la distribuzione dei gradienti è retta da parametri, quali le costanti dielettriche, caratterizzati dall'essere eminentemente stabili in funzione delle condizioni ambientali e del tempo, nel regime a corrente continua la distribuzione è retta da parametri, quali le resistività d'isolamento, che sono estremamente influenzati dalle condizioni ambientali e dal tempo. Per di più a corrente continua le resistività d'isolamento sono dipendenti dagli stessi gradienti elettrici.

Altro fatto importante è costituito dalla migrazione di ioni metallici nel dielettrico che a corrente continua possono assumere proporzioni notevoli.

Diversa nei due regimi è l'importanza delle cavità gassose inglobate nel dielettrico ed è certamente più grave in corrente alternata che non in corrente continua. Tuttavia anche in corrente continua se ne deve tenere il debito conto. Passando in rassegna i vari tipi di cavo impiegabili per corrente continua occorre tener presente che la posa sottomarina ne limita enormemente la scelta. Per esempio, il cavo ad olio fluido, che sarebbe ideale sotto diversi punti di vista, rimane praticamente escluso per le difficoltà di alimentazione dell'olio che sorgono.

Il cavo a pressione di gas interna, che elimina le difficoltà di alimentazione, è invece poco indicato per ragioni meccaniche quando si tratta di posa profonda (400÷500 m). Ne risulta che allo stato attuale della tecnica è il normale cavo di tipo solido isolato in carta impregnata di miscela vischiosa quello che risulta il meno controindicato per trasmissione sottomarina profonda a grande distanza.

Un interessante futuro sarà indubbiamente riservato ai cavi sottomarini isolati con isolanti solidi sintetici senza guaina metallica ma il loro avvento richiederà certamente ancora parecchio lavoro di ricerca.

Fra le sollecitazioni elettriche normali a cui vengono assoggettati i cavi a corrente continua merita particolare menzione la rapida inversione di polarità conseguente all'inversione del senso di trasmissione dell'energia.

L'evoluzione dei cavi a corrente continua è attualmente nelle mani dei numerosi tecnici di tutto il mondo che se ne stanno occupando e si presenta con tutte le caratteristiche di celerità che il progresso moderno comporta. Tuttavia l'esperienza non può prescindere dal fattore tempo e di ciò occorre fare il debito conto.

## 5. Funzionamento dei sistemi di trasmissione.

*Memoria N. 156*

### I ripartitori del carico ed i centri di comando di zona.

W. HENNING - M. LAZZARIN

Gli impianti per i ripartitori di carico servono per il migliore sfruttamento economico delle sorgenti di energia proprie e di terzi nell'ambito del servizio di interconnessione e per la sicurezza del trasporto di energia ad altissima tensione. Per la realizzazione di questi compiti è necessaria la costituzione di un ripartitore di carico ove vengono trasmessi i più importanti valori di misura dell'intera rete, compresi i valori della potenza nei punti di scambio e le indicazioni di posizione degli interruttori della rete ad altissima tensione. Le possibilità di impartire degli ordini brevi ai punti chiave della rete e di effet-

tuarvi la regolazione frequenza-potenza accrescono l'importanza di impiego del ripartitore.

I centri di comando di zona hanno il compito di telecomandare e sorvegliare da un punto strategico le stazioni per la maggior parte non presidiate di determinate zone di rete. In caso di guasti questi centri di zona sono a disposizione del ripartitore centrale per l'esecuzione delle necessarie misure di emergenza.

Nella memoria si discute la costituzione di questi posti ripartitori centrali e si dà una breve visione delle più importanti apparecchiature di telemisura, di telecomando e di trasmissione che si impiegano per i suddetti impianti.

*Memoria N. 116*

### Problemi tecnici ed aspetti economici della trasmissione della potenza reattiva.

G. OTTANI - L. PRIORI - M. VALTORTA

Nell'esercizio delle grandi reti il problema della potenza reattiva ha acquistato negli ultimi anni un risalto di gran lunga maggiore che in passato, in conseguenza della sempre maggiore utilizzazione delle reti, della concentrazione della produzione in grandi centrali spesso lontane dalle zone consumatrici e dello sviluppo delle interconnessioni, con scambi di potenza notevoli anche su distanze elevate.

Le imprese elettriche debbono produrre, oltre alla potenza attiva, anche la maggior parte della potenza reattiva assorbita dall'utenza, nonché la potenza reattiva necessaria per il funzionamento stesso della rete. Si tratta di ingenti quantità di potenza reattiva, di cui è necessario pianificare la produzione e il trasporto in modo da raggiungere il migliore risultato tecnico ed economico.

Gli Autori esaminano con particolare attenzione i problemi relativi alla trasmissione della potenza reattiva, tenendone presente per altro la stretta interdipendenza con i problemi concernenti la produzione e la distribuzione. Dopo alcune considerazioni sull'ordine di grandezza del fabbisogno di potenza reattiva delle reti, è presentato un esempio numerico relativo al bilancio dei kVar in una rete particolare e sono quindi citati i vari mezzi di produzione della potenza reattiva.

Un paragrafo della relazione illustra i principali aspetti negativi del trasporto dei kVar: le forti cadute di tensione, con conseguente diminuzione della capacità di trasporto di potenza attiva, e l'aumento delle perdite di potenza attiva e di potenza reattiva. Le considerazioni svolte mettono in luce la non convenienza di trasportare i kVar sugli impianti ad altissima tensione, la convenienza di produrre invece i kVar sul luogo stesso della utilizzazione e infine l'inutilità di prevedere per fattori di potenza bassi gli alternatori delle centrali che non siano in prossimità immediata dei centri di consumo.

Quando in una rete una quota parte della potenza reattiva necessaria viene erogata dagli alternatori delle centrali, la produzione, il trasporto e la distribuzione di tale quota richiedono immobilizzi supplementari per il maggiore dimensionamento degli impianti e per la compensazione delle maggiori cadute di tensione provocate dai kVar. La relazione espone i criteri per la valutazione quantitativa degli immobilizzi incrementali, che hanno particolare rilievo per le reti di trasporto, e delle perdite supplementari che il traffico dei kVar origina sull'intero sistema. In generale gli oneri supplementari sono tali da consigliare una drastica riduzione del traffico dei kVar, effettuando la compensazione della potenza reattiva in prossimità dei centri di consumo.

Per la determinazione del grado di compensazione corrispondente all'optimum economico è necessaria una accurata analisi del sistema. Per i casi in cui non si disponga di un analizzatore di rete viene suggerito un procedimento approssimato di calcolo, che si ritiene atto a fornire risultati sufficientemente attendibili e significativi. A titolo



di esempio, il procedimento viene applicato ad una rete particolare, avente cos  $\varphi$  medio dell'utenza pari a 0,8, per la quale sono calcolati i minori oneri per immobilizzi e perdite ottenibili con una graduale compensazione dei kVar nei punti di consumo, rispetto al caso del sistema non rifasato. Nell'esempio la diminuzione degli oneri è tale da indirizzare verso un rifasamento praticamente integrale, perchè i guadagni conseguibili sono nettamente maggiori degli oneri che si dovrebbero sostenere per effettuare il rifasamento mediante condensatori statici in derivazione: soltanto per fattori di potenza molto vicini all'unità i guadagni sono dello stesso ordine di grandezza degli oneri del rifasamento.

Il mezzo più economico di rifasamento è oggi rappresentato dai condensatori statici in derivazione. L'impiego di compensatori sincroni dovrebbe perciò essere limitato ai casi in cui sulle reti di trasporto siano espressamente richieste le prestazioni per le quali essi sono insostituibili.

Le conclusioni dello studio possono così riassumersi:

— il costo della potenza reattiva prodotta dagli alternatori è molto modesto in centrale, ma è onerosissimo il trasporto dei kVar sulle reti di trasmissione e distribuzione;

— per ridurre o eliminare il traffico dei kVar è necessario compensare in larga misura la potenza reattiva richiesta dagli utenti, facendo ricorso a condensatori in derivazione installati quanto più vicino possibile ai centri di consumo;

— in reti strettamente interconnesse non sono praticamente da temere effetti negativi della trasmissione ad elevato fattore di potenza sulla stabilità del sistema.

*Memoria N. 154*

## Ripartizione della potenza reattiva in un sistema di trasmissione.

*Una traccia per il calcolo analitico di un problema.*

M. VALTORTA

Il calcolo analitico dei problemi delle reti elettriche di trasporto dell'energia può essere oggi affrontato senza difficoltà mediante le calcolatrici elettroniche numeriche. Per il loro impiego è necessario « programmare » il procedimento analitico: ora il maneggio delle numerose equazioni necessarie a rappresentare la rete, specie quando occorrono nuove variabili ed in particolare si abbiano a disposizione altre variabili che non siano le *correnti* e le *tensioni* (per esempio le *potenze attive e reattive*) è anche esso molto complicato.

L'analisi tensoriale coi metodi proposti da Kron è senza dubbio lo strumento più conveniente per organizzare la strutturazione delle equazioni necessarie al problema che si considera, perchè consente, sotto opportune ipotesi di invarianza, di « trasformare » la rete applicando ad essa, nel suo insieme, le leggi semplici degli elementi che la costituiscono.

Nella nota vien fatta una semplice applicazione dei metodi suggeriti dallo stesso Kron per l'analisi delle reti di energia, allo studio di un problema di ripartizione della energia reattiva.

Il problema è il seguente: fissati i valori delle tensioni ai generatori che alimentano la rete occorre calcolare la potenza reattiva che sincroni o batterie di condensatori statici o reattori, connessi in determinati punti al sistema, devono fornire per mantenere una certa caduta di tensione prestabilita rispetto ai nodi di carico, al variare della potenza attiva e reattiva, fornita dai generatori di centrale.

Si tratta cioè di scrivere le equazioni che esprimono la potenza dei « generatori di potenza reattiva » in funzione delle variabili: tensione, potenza attiva e reattiva dei generatori di centrale, tensione ai nodi di carico.

Le stesse equazioni si prestano naturalmente, in fase

di studio di una certa rete, a determinare i punti di installazione dei « generatori di potenza reattiva » che meglio convengono all'economia del sistema. Se si rappresenta un punto di interconnessione con un generatore di potenza reattiva di segno opportuno si potrà anche stabilire un programma di produzione di potenza reattiva nella rete data per l'esportazione ad un'altra rete.

Le equazioni sono date sotto le seguenti ipotesi:

— le correnti immesse in rete delle capacità delle linee sono sostituite da una sola corrente equivalente  $I_{Cr}$  che entra nel sistema ad una tensione  $E'_C$ , « media pesata » delle tensioni applicate alle capacità delle linee;

— le correnti « immesse » in rete dai carichi sono sostituite da una sola corrente equivalente  $I_{Lr}$  che « entra » nel sistema ad una tensione  $E'_{Lr}$ ;

— gli sfasamenti relativi tra le tensioni dei generatori di centrale hanno variazioni trascurabili.

Lo sviluppo analitico indicato nella nota può essere utilizzato direttamente per una programmazione vera e propria sulla calcolatrice elettronica.

*Memoria N. 157*

## Sulla regolazione automatica del fattore di potenza.

R. DALMAZZO - G. GUIRAUD

Dopo avere brevemente accennato ai problemi relativi alla regolazione della potenza reattiva sulle grandi linee di trasmissione dell'energia elettrica, viene in particolare messa in evidenza l'opportunità di ridurre l'entità della potenza reattiva trasportata dalle reti primarie, provvedendo al rifasamento nei centri principali di diretto consumo; ciò allo scopo di facilitare il mantenimento a valore costante della tensione in arrivo, e favorire la stabilità dinamica della trasmissione durante le forti variazioni di carico.

Pur ricordando i vantaggi economici soprattutto, derivanti dall'impiego di condensatori statici negli impianti di rifasamento, viene messo in evidenza come la regolazione effettuata con macchine sincrone sia talvolta da preferirsi, perchè consente facilmente di affidarla a sistemi continui.

In genere però, tali dispositivi di regolazione non sono molto veloci nella risposta e consentono una compensazione media del fattore di potenza. La memoria ha lo scopo di studiare un regolatore, la cui caratteristica principale consiste in una elevata rapidità di risposta, e l'esame dei vantaggi, che possono ottenersi in talune applicazioni.

In linea generale, qualora il regolatore in questione, agisca nei centri di diretto consumo, permette di mantenere il fattore di potenza al valore ritenuto più conveniente per il funzionamento delle linee, anche durante i periodi transitori, relativi all'inserzione di carichi che assorbono notevoli potenze reattive, data la sua elevata rapidità d'intervento.

L'asservimento studiato per ottenere la regolazione di un sincrone rifasatore, è costituito nelle sue linee essenziali da un discriminatore elettronico, che dà in uscita una tensione continua proporzionale alla differenza tra gli angoli di fase della tensione stellata e della corrispondente corrente di linea.

Segue poi uno stadio d'amplificazione in corrente continua e un'amplidina che provvede all'eccitazione del sincrone.

Le prime prove sperimentali, eseguite in laboratorio, hanno necessariamente consentito una limitata capacità di regolazione, tuttavia i risultati fino ad ora ottenuti, simulando alcuni disturbi, che in particolari condizioni si verificano nelle normali linee di trasmissione, sembrano confermare l'efficacia del regolatore sperimentale realizzato.



Memoria N. 126

## Regolazione della trasmissione della energia attiva sull'anello Roma con l'impiego dei regolatori trasversali.

P. BALLERINI

L'alimentazione della città di Roma viene effettuata da 3 stazioni primarie (Roma Nord, Cinecittà, Magliana) alle quali perviene l'energia degli impianti di produzione.

Un anello a semplice terna a 150 kV collega le tre stazioni anzidette con le stazioni Tor di Quinto e Tiburtina, nelle quali avviene la trasformazione diretta ad 8,4 kV, tensione della rete di distribuzione in cavo; un anello a 60 kV in doppia terna, collega le tre stazioni primarie ricevitori e le stazioni Tor di Quinto, Tiburtina, Torpignattara, S. Paolo, Monte Mario, ove l'energia viene trasformata da 60 ad 8,4 kV.

La chiusura di numerose maglie fra il 150 e i 60 kV, fece sorgere il problema di una conveniente ripartizione dei carichi attivi sulle diverse linee in uscita dalla stazione Roma Nord e in sede di progetto dell'impianto fu deciso di installare due regolatori della tensione 60 kV sia in fase che in quadratura, aventi le seguenti caratteristiche:

- potenza passante: 50 MVA;
- campo di regolazione in fase:  $\pm 10\%$ ;
- campo di regolazione in quadratura:  $\pm 10\%$ .

I risultati delle prove effettuate hanno mostrato la possibilità di realizzare per mezzo della regolazione trasversale notevoli spostamenti di carico nei due sensi fra i rami a 150 e 60 kV degli anelli chiusi a Roma Nord; tutto ciò appare senza dubbio di particolare interesse perchè consente di distribuire facilmente la potenza attiva su ciascun ramo degli anelli in questione, ottenendo la più razionale utilizzazione delle linee e dei trasformatori ponte dell'anello intorno a Roma.

In particolare, la regolazione, la cui efficacia è inversamente proporzionale alla impedenza dei circuiti che costituiscono la maglia, si è mostrata utile nel caso in cui è rimasta in servizio una sola terna a 60 kV oppure per indisponibilità di qualche unità di trasformazione 150/60 kV.

L'esercizio dell'anno 1959 ha confermato l'utilità del nuovo sistema di regolazione in diverse situazioni di carico e di schema, specie nelle ore di punta, tanto da indurre i tecnici della Società a studiare l'ulteriore impiego in altri nodi della rete primaria.

Memoria N. 109

## Sulla stabilità e caratteristiche dei turbo-alternatori allacciati a lunghe linee di trasmissione.

G. MELINOSSI

Si esaminano criticamente le caratteristiche dei grandi turbo-alternatori la cui energia è destinata ad essere trasmessa a distanza, con particolare considerazione alla loro stabilità. Si propone di conferire ad un alternatore a rotore liscio le caratteristiche di macchina anisotropa a mezzo di una eccitazione trasversa. Si mostra come regolando opportunamente tale eccitazione si possa ottenere una grande stabilità dei turbo-alternatori ponendoli in grado di tollerare forti controeccitazioni.

Memoria N. 148

## Richiusura monofase e stabilità dei sistemi di trasmissione di energia elettrica. - Applicazione e risultati sulla rete Montecatini.

E. GE - M. PELLASCHIAR

Struttura della rete e generalità.

Premessa una breve descrizione della rete della Società

Montecatini vengono esposte alcune considerazioni sulle ragioni che hanno reso necessaria per alcuni tronchi della rete l'adozione della richiusura monofase.

Tale tipo di richiusura era già stato installato da molti anni su un tronco a 220 kV e verrà ora esteso ad altri cinque tronchi di linea pure a 220 kV. Le linee suddette sono corredate di funi di guardia la cui presenza è spesso fondamentale agli effetti della richiusura, sia perchè assicura una minor percentuale di guasti plurifasi, sia perchè mediante la sua adozione si riesce in generale a ridurre la resistenza del guasto a valori tali da assicurare la contemporaneità dell'intervento degli interruttori alle due estremità, anche senza ricorrere al telecomando in alta frequenza.

Gli interruttori e le protezioni adottate assicurano nella maggioranza dei casi un tempo di eliminazione del guasto di 0,1 secondi.

Vengono quindi esposti alcuni risultati di esercizio della richiusura monofase della linea a 220 kV di cui sopra che si riferiscono agli anni dal 1955-1959. Dei 13 guasti monofasi, 8 hanno dato luogo alle richiusure monofasi senza alcuna ripercussione sia pur piccola sull'esercizio. Negli altri 5 casi, la mancata richiusura fu dovuta a guasti negli interruttori e a difettoso funzionamento delle apparecchiature in A.F.

Vengono quindi esposte alcune considerazioni sulla richiusura monofase nella protezione di linee radiali alla cui estremità vi siano utenze costituite in misura considerevole da motori sincroni.

In un caso particolare è stato esaminato l'effetto della stabilità della messa a terra dei neutri dei trasformatori e del tempo di eliminazione del guasto. Si è verificato che il tempo di guasto e il tempo di attesa non erano critici, ed anzi per quanto riguarda il tempo di guasto si verificava la circostanza inconsueta per cui il sistema risultava sostanzialmente più stabile con tempo di guasto di 0,2 secondi che con tempo di guasto di 0,1 secondi.

Come caso limite, si è accennato al funzionamento permanente con una fase aperta ed alla possibilità di sfruttare tale tipo di funzionamento per la manutenzione della linea in casi particolari.

Per essere certi della possibilità di riuscita della richiusura unipolare, occorre verificare, oltre alla stabilità della trasmissione, il comportamento del relè durante la perturbazione, al fine di evitare che per uno scorretto avviamento del relè di protezione venga falsata la misura della distanza (nei relè ad 1 equipaggio), nonché la selezione della fase guasta. Lo studio dell'andamento delle tensioni e delle correnti sulla fase guasta e sulle fasi sane durante la perturbazione è particolarmente agevole quando il sistema possa essere ricondotto ad un sistema a due macchine; nel caso che ciò non sia possibile, è ovviamente necessario ricorrere all'aiuto del modello di rete. A titolo di esempio, il comportamento del relè a distanza agli effetti della richiusura unipolare è stato esaminato in un caso particolare.

Da ultimo vengono riassunti i risultati di numerose esperienze riportate da diversi autori al minimo tempo di attesa necessario affinché si abbia l'estinzione, durante il periodo di attesa, dell'arco a terra alimentato dalla corrente residua e sostenuto dalla tensione indotta. Questo problema non è a tutt'oggi completamente definito, per cui sarebbe opportuno conoscere ulteriori dati di esercizio ed impostare ulteriori ricerche sperimentali.

Memoria N. 160

## Considerazioni sul proporzionamento dei regolatori di frequenza per turbine idrauliche in relazione alle caratteristiche della rete.

G. QUAZZA - F. SACCOMANNO

1. - I moderni regolatori elettrici per turbine sono in genere costruiti in modo che i loro parametri, e sostan-



zialmente l'entità delle loro azioni proporzionale e integrale, si possano variare entro limiti ampi. Per trarre il massimo vantaggio da tale adattabilità dei regolatori, occorre conoscere quali siano i valori ottimi dei parametri — o in genere delle caratteristiche statiche e dinamiche — dei regolatori in funzione delle caratteristiche della rete su cui operano.

Nello studio attuale si valutano le condizioni ottime di funzionamento in base all'andamento transitorio della frequenza dopo una brusca variazione di carico. Si distinguono due situazioni principali:

a) gruppo regolante astatico su rete isolata, con tutti gli altri generatori agenti nella rete sotto limitatore di carico;

b) gruppo regolante astatico su rete isolata, con altri gruppi generatori agenti nella rete posti a statismo non nullo, ed eventualmente altri gruppi posti sotto limitatore di carico.

2. - Poichè in ambo i casi le caratteristiche dinamiche del sistema dipendono in modo fondamentale da quelle dell'adduzione idraulica, si premette una analisi della risposta in frequenza del sistema galleria-pozzo-condotta.

Individuata «l'impedenza» complessiva del sistema adduttore, se ne distingue il comportamento a bassa frequenza, sostanzialmente indipendente dai fenomeni propagatori, da quello a alta frequenza dominato invece dall'elasticità della condotta forzata. Corrispondentemente si esamina l'approssimazione di bassa frequenza della funzione di trasferimento potenza-apertura, che mette in luce quali siano le condizioni (generalizzando la condizione del Thoma) perchè essa non presenti più di uno zero positivo, cioè non tenda a più di  $180^\circ$  di sfasamento verso le alte frequenze; e quella di alta frequenza, che, mettendo in rilievo l'insufficienza della usuale prima approssimazione, conduce a sfasamenti che precipitano molto rapidamente al crescere della frequenza, mentre l'attenuazione oscilla tra 2 e 1 (salvo lo smorzamento) al crescere della frequenza. Tale andamento rende assai problematica l'efficacia delle compensazioni con circuiti a parametri concentrati, per allargare la banda della regolazione. Inoltre, l'andamento transitorio del fenomeno di propagazione conduce, come è noto, per evitare eccessive sovrapressioni o depressioni in condotta, a dover limitare le velocità massime di apertura e di chiusura del distributore.

3. - Il suddetto andamento della risposta in frequenza del sistema adduttore idraulico pone dunque un rigido limite superiore alla larghezza di banda della regolazione, che deve essere mantenuta sufficientemente al di sotto della frequenza di risonanza della condotta. Un primo esame della risposta di una rete, con un gruppo regolante astatico e gli altri sotto limitatore di apertura, a una brusca variazione di carico, si può perciò fare ammettendo che la funzione di trasferimento in anello aperto si possa approssimare come prodotto di un'azione *PI* del regolatore e dell'azione puramente integrale dell'inerzia della rete. Se ne deduce, com'è intuitivo, che lo scarto massimo di frequenza e la durata dello scarto transitorio è inversamente proporzionale alla larghezza di banda e cresce al crescere dell'anticipo «accelerometrico» introdotto dal regolatore. Tuttavia, se la variazione brusca di carico è grande, la probabilità che si raggiunga la saturazione di velocità di apertura è grande, essendo tanto maggiore quanto maggiore è la banda: se si raggiunga tale saturazione, la risposta ne risulta ovviamente rallentata e modificata, diverso essendo l'effetto della saturazione a seconda che il regolatore sia accelerometrico o a asservimento cedevole. Se poi la variazione di carico sia un totale distacco del carico con apertura dell'interruttore di macchina, il rallentamento della risposta, dovuto alla saturazione di velocità e all'incapacità della turbina di dare sufficiente coppia frenante, impone com'è noto, l'uso del deviatore.

Qualora, in una seconda analisi, si tenga almeno approssimativamente conto della funzione di trasferimento della condotta e dell'ulteriore ritardo inevitabilmente presente nel regolatore per la limitata banda dell'anello di statismo (asservimento cedevole) o la ritardata misura dell'accelerazione (accelerometrico), il calcolatore analogico mette in evidenza quanto vistose siano le conseguenze di «costanti di tempo» del sistema adduttore relativamente poco diverse tra loro, oppure di ritardi anche non molto grandi del regolatore, quando si operi con larghezza di banda prossima alla frequenza di risonanza del sistema adduttore.

4. - Se invece il gruppo regolante astatico operi su rete con altri gruppi a statismo non nullo non sotto limitatore di apertura, che è un caso più realistico, l'analisi della azione combinata del regolatore astatico e dei regolatori statici — supposti questi sufficientemente simili tra loro per considerarne in modo semplice il comportamento globale — indica che la fase iniziale della risposta a una brusca variazione di carico è ancora sostanzialmente legata alla larghezza di banda del sistema, all'«anticipo» equivalente, e alla funzione di trasferimento delle condotte, supposte simili tra loro. Se gli statismi dei regolatori statici non siano molto alti, e la potenza dei gruppi statici sia alquanto maggiore di quella del gruppo astatico, l'andamento iniziale del transitorio e lo scarto massimo di frequenza sono sostanzialmente dominati dai regolatori statici e scarso è l'effetto del regolatore astatico.

La seconda fase del transitorio è invece legata all'intervento del regolatore astatico per cancellare lo scarto di frequenza, e la «coda» del transitorio dovuta allo zero di bassa frequenza, introdotto dall'azione combinata dei regolatori, è tanto più breve e meno ampia quanto più piccolo è lo statismo dei regolatori statici e più alto il guadagno del regolatore astatico.

Lo scegliere molto elevato il guadagno del regolatore astatico ha tuttavia un limite nella stabilità della regolazione, e nel fatto che a un certo momento si raggiunge la saturazione di velocità di apertura (di fronte a tale saturazione, il regolatore ad asservimento cedevole appare lievemente preferibile, come indica il calcolatore analogico, col quale il comportamento dell'intero sistema si può in modo abbastanza rappresentativo descrivere in funzione di soli tre parametri caratteristici).

Va notato tuttavia che in pratica se la larghezza di banda dei regolatori statici da soli sia stata tenuta troppo grande, non si potrà per ragioni di stabilità portare il guadagno del regolatore statico a un valore sufficiente a rendere piccola la coda del transitorio: se troppo scarsa, la saturazione di velocità del regolatore astatico potrà impedire di ottenere piccoli scarti iniziali di frequenza.

Memoria N. 102

## L'esercizio in parallelo delle grandi reti italiane. La situazione attuale.

G. SEGRE - M. VALTORTA

La memoria aggiorna e sviluppa una memoria sullo stesso tema che gli Autori, in collaborazione con altri colleghi, hanno presentato alla Riunione AEI del 1958.

In forma schematica è fornita la nuova situazione dei punti attraverso i quali è possibile effettuare la interconnessione delle diverse reti italiane alla tensione di 220 kV: questo schema confrontato con quello analogo presentato nel 1958 mostra subito che parecchi degli sviluppi auspicati sono ormai di fatto realizzati. Realizzati sono anche gli sviluppi relativi alla interconnessione con le reti della Europa Occidentale: a titolo di esempio è data la situazione alle ore 8 del 20 gennaio 1960 del parallelo europeo al quale partecipava tutta la rete italiana. Per dare una idea di una configurazione del parallelo della rete italiana è dato uno schema delle interconnessioni in atto in quella stessa occasione.



Lo sviluppo del parallelo della rete italiana con esercizio ad anelli chiusi, richiede studi ed esperimenti per valutare attentamente dove e quando questa struttura del parallelo risulti effettivamente conveniente, tenuto conto in particolare della entità delle potenze di corto circuito e delle circolazioni naturali di potenza attiva e reattiva.

Per lo studio di questi problemi, per iniziativa dei Comitati Consultivi dell'Energia Elettrica si è recentemente costituito un Gruppo di Studio, al quale partecipano Rappresentanti di tutte le principali reti elettriche italiane, che sta calcolando i dati necessari e ha già impostato l'esame di alcuni problemi.

A tale scopo è stato commissionato al CESI un modello fisso della rete italiana di trasporto a 220 kV: le principali caratteristiche di questo modello sono date nella Relazione.

La nota aggiorna i dati forniti nel 1958 relativamente agli impianti di regolazione frequenza-potenza delle interconnessioni tra le principali imprese elettriche. Si ricorda ancora che sono state messe in servizio o sono in corso di approntamento presso le diverse reti italiane, moderne « sale dispatching » presso le quali sono centralizzate le misure e le segnalazioni necessarie per quell'efficiente controllo di tutte le situazioni d'esercizio, che è necessario per realizzare per ogni impresa interconnessioni multiple con le altre imprese elettriche.

Si richiama il problema del funzionamento in regolazione dei gruppi generatori delle diverse centrali e si mette in evidenza come occorra predisporre a funzioni di regolazione anche gruppi termoelettrici, in ragione della crescente potenza di regolazione necessaria e della sempre maggiore importanza che la produzione termoelettrica va acquistando anche in Italia nel complesso della produzione di energia.

Il funzionamento in parallelo della rete italiana può dirsi ormai praticamente una realtà quotidiana: l'esperienza di esercizio si approfondisce sempre di più e dovrà essere accompagnata da nuovi studi e nuove prove.

Il progresso tecnico ed economico domanda uno studio approfondito della ripartizione più economica del carico fra le centrali idroelettriche e termiche, studio che si sta sviluppando ora all'estero e che si inizia anche in Italia: un utile punto di partenza per questi studi, da svilupparsi coi moderni metodi di calcolo, è costituito dal modello fisso della rete elettrica italiana che sta per entrare in servizio presso il Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano.

*Memoria N. 139*

## **L'impiego dei condensatori serie sulle lunghe linee A.T.**

I. ROMANO

Vengono illustrati i vantaggi derivanti dall'impiego dei condensatori-serie sulle linee di trasporto dell'energia elettrica ad alta tensione, sia per quanto si riferisce al miglioramento della stabilità del sistema di trasmissione, che per quanto concerne la diminuzione delle cadute di tensione in linea e la ripartizione dei carichi fra diverse linee funzionanti in parallelo. In merito a quest'ultimo punto viene riportata una breve trattazione, che consente di determinare il risparmio derivante dall'adozione dei condensatori-serie impiegati per aumentare la capacità di trasporto di una trasmissione.

Vengono svolte alcune considerazioni sulla più conveniente disposizione e sul dimensionamento dei condensatori da installare in serie alle linee, e si riferiscono in proposito alcuni dati numerici.

Si esaminano quindi le sollecitazioni a carattere anormale che possono interessare le batterie di condensatori-serie, sia in relazione ai normali fenomeni di guasto sulle

linee, che nei riguardi dei particolari fenomeni che possono verificarsi in seguito all'impianto dei condensatori stessi. I fenomeni di quest'ultimo tipo, che rivestono in generale carattere oscillatorio, sono collegati alla risonanza ferromagnetica dei trasformatori, alla risonanza iposincrona che può insorgere su reti aventi come carico predominante motori ad induzione, o ancora ad una accentuazione dei regimi perturbati relativi al moto dei rotori delle macchine sincrone, interessanti la trasmissione. Vengono forniti alcuni dati orientativi sul valore delle sollecitazioni che tali fenomeni possono indurre sui condensatori e si fa quindi cenno alle provvidenze che esse rendono necessarie, sia nel dimensionamento delle batterie, che nella scelta delle protezioni.

*Memoria N. 159*

## **L'impiego dei condensatori nelle reti di distribuzione.**

I. ROMANO

Con riferimento al continuo incremento dei carichi, ed in particolare di quelli a carattere induttivo, che debbono venire alimentati dalle reti di distribuzione, si richiamano brevemente i problemi che insorgono in merito alla regolazione della tensione ed alla compensazione della potenza reattiva e si descrive la possibilità di impiegare i condensatori nella loro soluzione. Benchè i due problemi presentino molti punti di contatto, essi vengono affrontati separatamente, allo scopo di identificare i criteri atti a determinare la scelta, caso per caso, della inserzione in serie o in derivazione delle batterie di condensatori. Circa la inserzione in derivazione dei condensatori si puntualizza inoltre l'onerosa incidenza del trasporto, nel costo dell'energia reattiva da fornire agli utenti, e quindi la convenienza di compensare le potenze reattive in prossimità delle utenze. Si fa cenno ad una recente comunicazione della Società Edison, che stabilisce i criteri che dovranno essere adottati dalle Società del Gruppo nella progettazione del rifasamento delle relative reti di distribuzione.

Per quanto riguarda l'inserzione in serie, vengono richiamati alcuni dati circa il più conveniente dimensionamento dei condensatori e circa il loro posizionamento sulle linee M.T., sia per il caso di carichi concentrati alla estremità di arrivo, che per il caso di carichi distribuiti lungo il percorso. Viene inoltre presentato un semplice grafico esprimente la relazione fra la potenza attiva passante attraverso un punto di una linea e la potenza reattiva dei condensatori-serie che è necessario installare per realizzare un dato valore di sopraelevazione di tensione nel punto stesso, in funzione della sopraelevazione di tensione desiderata.

In relazione ai più recenti orientamenti nel campo di applicazione dei condensatori, si fa cenno agli studi già eseguiti da alcune Società del Gruppo Edison, in relazione alla citata comunicazione, ed ai criteri adottati dalla Société de l'Electricité de France che prendono lo spunto da una valutazione statistica degli scarti fra tensione nominale e tensione effettiva nei vari punti di una rete, agli effetti di determinare il valore più conveniente da attribuire ai dispositivi di regolazione e di compensazione. Si cita inoltre un recente impianto di condensatori realizzato dalla SGES nella sottostazione di smistamento di Casuzze (Palermo).

In Appendice, oltre ad un'applicazione numerica relativa al confronto fra inserzione in serie ed in parallelo dei condensatori, viene riportato e descritto un semplice diagramma circolare, che rappresenta chiaramente il vantaggio conseguibile, agli effetti della regolazione della tensione su di una breve linea M.T., nel caso vengano impiegate, per tale scopo, batterie di condensatori serie.



*Memoria N. 119*

**Considerazioni sull'impiego di condensatori in serie su reti di distribuzione a media tensione, con particolare riferimento ai risultati di esperienze condotte su una linea a 15 kV.**

F. MASSARI - G. SANI

Premesse alcune considerazioni di carattere generale sulle caratteristiche dei diversi sistemi di controllo della tensione utilizzabili in reti a media tensione, si discutono le condizioni nelle quali il ricorso a condensatori in serie risulta conveniente e si illustrano i criteri che devono essere seguiti per la progettazione di impianti di questo tipo.

Si descrivono quindi le caratteristiche di un impianto sperimentale in servizio su una linea a 15 kV della Società Idroelettrica Subalpina, realizzato con apparecchiatura gentilmente messa a disposizione dalla « Ducati Elettrotecnica » e si riferiscono i risultati di due anni di esercizio di tale impianto. In particolare si commentano gli oscillogrammi registrati durante prove di cortocircuito effettuate sulla linea in normale esercizio per controllare il comportamento degli spinterometri di protezione dei condensatori in regime perturbato.

*Memoria N. 124*

**La determinazione delle correnti di corto circuito verso terra nelle grandi linee di trasmissione.**

A. ALFANO

Nelle grandi linee di trasmissione, a tensione superiore a 200 kV, si ha tendenza di collegare a terra il centro stella del secondario dei trasformatori di potenza.

In caso di guasti verso terra sulle linee di trasmissione, le correnti di corto circuito assumono dei valori più elevati di quelli che normalmente si vengono a determinare nelle linee a tensioni inferiori a 200 kV, per i quali cioè il centro stella dei trasformatori non viene collegato a terra.

La necessità di procedere alla determinazione delle correnti di corto circuito verso terra e al loro decremento nel tempo è collegata all'adeguato proporzionamento delle apparecchiature di protezione della linea di trasmissione.

Partendo da uno schema semplificato di impianto completo di trasmissione di energia si riportano le formule di calcolo delle correnti di corto circuito verso terra nel loro periodo transitorio ed in quello permanente, prefissando i valori delle caratteristiche dei vari elementi del circuito elettrico (generatore, trasformatori, linea di trasmissione, motori sincroni ed asincroni) che entrano in giuoco durante il guasto. In numerosi grafici si sono riportati i valori relativi delle caratteristiche elettriche del macchinario rotante, ed inoltre si sono indicate le formule di calcolo delle caratteristiche relative ai trasformatori ed alle linee di trasmissione a seconda dei tipi di collegamento adottati.

Infine, nella conclusione si è accennato su quali elementi del circuito elettrico si può operare al fine di garantire un minor numero di interruzioni ed allo scopo di ridurre i valori delle correnti di corto circuito in caso di guasti a terra.

*Memoria N. 164*

**Problemi di sensibilità nella protezione contro i guasti verso terra delle reti a media tensione.**

R. ROVA

Nella prima parte della memoria vengono esaminate le principali cause di guasti a terra nelle linee a media tensione. Esiste una differenza fondamentale fra il comportamento delle linee in cavo, dove i guasti sono relativamente poco frequenti e in genere di bassa resistenza, e quello delle linee aeree, dove invece la frequenza dei

guasti è notevole e buona parte di essi ha carattere transitorio. Inoltre nelle linee aeree è frequente il caso di guasti di resistenza molto alta, che presentano notevole difficoltà di rivelazione: la memoria vuole trattare in particolar modo questi ultimi.

Viene esaminato in seguito il valore delle resistenze di guasto che possono verificarsi per caduta o contatto del conduttore su terreno o su alberi. Numerose prove eseguite hanno dimostrato che nelle particolari condizioni di terreno ghiacciato o di notevole resistività, il contatto di un conduttore di dimensioni normali che cada sul terreno anche per una lunghezza di vari metri presenta una resistenza che può essere parecchio superiore ai 10 000 ohm. Valori analoghi si possono misurare quando un conduttore viene a contatto con un albero.

Fissati i valori raggiungibili per la resistenza di guasto si danno le formule dalle quali risulta l'influenza dei valori delle resistenze stesse sulle tensioni e correnti omopolari che vengono usate per il rilievo dei guasti nei relè di protezione installati nei nodi di linee radiali, per i vari casi di connessione a terra del neutro. I risultati che si deducono da queste formule sono messi in diagramma per alcune situazioni tipiche.

Successivamente si esaminano le conseguenze della rottura di un conduttore di linea, sia che questo cada dal lato della alimentazione, sia che cada dal lato utilizzazione.

Mentre il primo caso rientra praticamente, per quanto riguarda le tensioni e le correnti omopolari nel nodo di alimentazione, nel caso normale di guasto a terra resistivo, si possono verificare particolari difficoltà di rivelazione nel secondo caso, dato che molto spesso l'elevata impedenza del trasformatore di distribuzione cui fa capo la linea interrotta costituisce una impedenza di guasto molto alta. Anche questa situazione viene esaminata analiticamente.

La memoria termina con un rapido esame dello stato attuale della tecnica delle protezioni per guasto a terra nelle linee a media tensione, e si pone in particolare rilievo il fatto che, quando i guasti hanno una notevole impedenza verso terra, la loro rivelazione può incontrare difficoltà gravissime allo stato attuale della tecnica.

*Memoria N. 151*

**Alcune condizioni anormali di servizio che possono influire sul comportamento degli scaricatori di protezione dei sistemi di trasmissione di energia ad alta tensione.**

G. NOZZA - M. STIZ

La scelta del tipo di scaricatore da adottare in una linea di trasmissione per la protezione dell'apparecchiatura e del macchinario presuppone la conoscenza e la valutazione delle sovratensioni statiche e transitorie di origine interna che possono venire a manifestarsi in rete e in particolare nei punti di installazione degli scaricatori stessi.

La valutazione delle prime, che sono strettamente legate alle caratteristiche della rete ed al tipo di messa a terra è essenziale per definire la tensione nominale dello scaricatore.

A questo riguardo è opportuno esaminare tutte le possibili conformazioni che la rete può assumere e valutare attraverso i rapporti  $X_0/X_1$  calcolati nei vari punti interessati del sistema, le massime sovratensioni di frequenza industriale che possono manifestarsi in seguito a guasti a terra.

La valutazione delle tensioni transitorie susseguenti ad apertura di interruttori, ad archi intermittenti ecc., presenta difficoltà non lievi. Si ricorre perciò a ricerche sperimentali mediante l'uso di un quadro calcolatore di reti connesso con un apparecchio ad interruttori sincroni.

Un esempio di rete di cui vengono esaminate le diverse



possibilità di schema e le sovratensioni che vi si possono verificare, illustra i concetti suesposti.

Si perviene così a determinare con buona approssimazione il livello di isolamento del sistema a cui dovranno soddisfare gli scaricatori.

Questa determinazione è molto importante, perchè, oltre ad impedire che si possa manifestare in rete un numero eccessivo di interventi intempestivi degli scaricatori, serve di garanzia per la vita degli stessi.

Pur essendo infatti essi idonei a scaricare con facilità correnti elevate di frequenza relativamente bassa, un numero eccessivo di sollecitazioni di questo tipo ne può compromettere la durata.

Si conclude che, qualora nell'esame preliminare inteso a determinare le caratteristiche degli scaricatori da adottare nella rete, si tenga conto di tutti i fattori indicati, l'impiego degli scaricatori stessi può essere fatto con ottimi risultati e con la migliore tranquillità.

*Memoria N. 161*

### **Il controllo del funzionamento degli interruttori e dei relè di protezione di una rete di distribuzione di energia elettrica realizzato mediante la centralizzazione delle segnalazioni.**

M. SASSANO

Le memorie descrive un sistema adottato per registrare il funzionamento dei complessi relè-interruttori di una rete di distribuzione di energia elettrica.

La registrazione, realizzata mediante la teletrasmissione di informazioni utilizzando i cavi o l'alta frequenza, consente di mettere in evidenza l'eventuale irregolare funzionamento delle apparecchiature controllate.

*Memoria N. 144*

### **Alcune considerazioni sul calcolo delle perdite di trasmissione della energia elettrica.**

F. ARIATTI

Per la determinazione analitica, mediante le moderne calcolatrici numeriche, delle perdite di trasmissione della energia elettrica in reti estese e complesse, si dimostra particolarmente adatto e sufficientemente approssimato per le necessità di esercizio, il metodo detto « dei coefficienti delle perdite » o « dei B ». A base di esso sta la formula  $\sum_m \sum_n P_m B_{mn} P_n$ , che esprime le perdite di rete in funzione delle potenze  $P_m, P_n$  ( $m, n = 1, 2, \dots, N$ ) erogate dai singoli generatori alimentanti la rete in esame, e di un numero  $N(N+1)/2$  di coefficienti  $B_{mn} = B_{nm}$ , il cui valore dipende dalle caratteristiche della rete passiva, dalla ripartizione del carico e da ipotesi semplificative, quali sono solitamente introdotte, le quali stabiliscono una dipendenza lineare tra la potenza reattiva e la potenza attiva prodotte da ciascun generatore. Queste ipotesi devono tuttavia essere sottoposte a verifica nel caso di reti estese non rifasate, con centrali per lo più distanti

dai centri di consumo. In tali situazioni può essere sensibile l'influenza, sulle perdite di trasmissione, della potenza reattiva effettivamente generata nei singoli nodi di alimentazione.

Va inoltre rilevato che nelle analisi di esercizio di reti a prevalente produzione idroelettrica, i valori delle potenze reattive erogate costituiscono, in molti casi, le uniche grandezze che possono essere variate, seppur entro limiti ben precisi dettati per lo più da esigenze di regolazione di tensione, laddove i valori delle potenze attive fornite dalle singole centrali sono spesso rigidamente fissati dal complesso di vincoli imposti dalla situazione idrologica, dagli impegni sulle acque, ecc.

Con particolare riferimento a queste situazioni, sono state ricavate le espressioni delle perdite di rete in funzione delle potenze reattive generate, nell'ipotesi di una costante e prefissata distribuzione delle potenze attive prodotte dalle centrali.

Queste espressioni si riducono ad una forma relativamente semplice allorchè siano applicate per determinare le variazioni nelle perdite di trasmissione conseguenti al trasferimento da una centrale ad un'altra, della produzione di una determinata potenza reattiva, ferme restando tutte le altre grandezze.

I calcoli di questo tipo si ripetono ogni qual volta si vogliano valutare, ad esempio, le riduzioni di perdite ottenibili col rifasamento delle reti.

*Memoria N. 115*

### **Alcune considerazioni sulle perdite di trasporto in sistemi funzionanti in anello chiuso.**

L. BOVE - F. GIACALONE

Nei sistemi di trasporto a corrente alternata funzionanti in anello chiuso la ripartizione del carico fra le diverse linee, essendo determinata da parametri diversi ed indipendenti dai parametri dissipativi longitudinali, non è generalmente coincidente con quella che, nelle stesse condizioni di alimentazione e di prelievo, darebbe luogo alle minime perdite complessive di trasporto.

Prendendo in esame un sistema generico costituito da due soli rami in parallelo viene ricavato il legame fra la entità del maggior onere di perdite di trasporto e le caratteristiche longitudinali delle linee del sistema, legame che viene espresso sia mediante una relazione algebrica sia mediante rappresentazione grafica.

Le considerazioni teoriche vengono quindi concretizzate in un esempio numerico sviluppato su un sistema di trasporto costituito da due rami in parallelo, uno a 130 kV ed uno a 220 kV.

Per tale sistema viene anche ricavato come influisce sull'entità delle perdite complessive di trasporto la regolazione di rapporto sia longitudinale che trasversale dei trasformatori di interconnessione mostrando come solo con una azione combinata dei due tipi di regolazione sia possibile ottenere in tutte le condizioni di carico il trasporto a perdite minime.



## 2° Tema: TRASMISSIONI DELLE INFORMAZIONI

### 1. Problemi generali.

#### 1a) Natura dei segnali di informazione e loro trasformazione ai fini della trasmissione.

Memoria N. 246

**Sulla quantità di informazioni ottenibili da un trasduttore ricevente per la determinazione della posizione di una sorgente di energia.**

M. FEDERICI

Si esamina un sistema di ricezione di energia irradiata, come un'antenna ricevente o una cortina di trasduttori acustici. Si può ritenere che tale sistema crei un canale di trasmissione di informazione fra antenna ricevente e sorgente. L'informazione ottenuta dall'antenna ricevente è la posizione della sorgente di energia in azimut e in sito.

La qualità di informazione dipende dall'errore nella determinazione ad es. dell'azimut attraverso le indicazioni ottenute spostando l'antenna ricevente o rifasando le tensioni prodotte dai singoli trasduttori, a causa della direttività del sistema. In una relazione precedente dell'Autore (\*) è stato dimostrato che l'errore nella determinazione dell'azimut è dato da

$$\Delta\beta = \frac{V_n}{V_s} \frac{\lambda}{2\pi d}$$

in cui  $V_n$  è la tensione di rumore,  $V_s$  la tensione del segnale,  $d$  la semiampiezza della base di ricezione,  $\lambda$  la lunghezza d'onda dell'energia ricevuta. Il numero di posizioni discrete indipendenti individuabili sull'orizzonte è quindi l'inverso dell'errore e la quantità di informazione ottenuta è

$$I = \log_2 \frac{1}{\Delta\beta}$$

Le tensioni di segnale e di rumore possono essere espresse in funzione della pressione sonora di segnale  $p_s$  della pressione sonora di rumore  $p_r$  e del guadagno della cortina ricevente. Il tempo necessario per esplorare l'orizzonte dipende dalla larghezza di banda  $\Delta f$  del sistema ricevente e dalla ampiezza del lobo principale della cortina ricevente, esprimibile a sua volta in funzione di  $d$  e di  $\lambda$ .

Si può allora scrivere la quantità di informazione  $I$  ottenibile al secondo sotto la forma:

$$I = \log_2 \left[ \sqrt{\frac{\pi}{8}} \cdot \frac{p_s}{p_r} \cdot \frac{\pi d}{\lambda} \cdot \sqrt{\Delta f} \right]$$

che differisce dalla formula base di Hartley Shannon perchè l'informazione è ottenuta in ogni direzione con livelli di segnali eguali al livello di rumore. In effetti, come dimostrato nella relazione precedente, per determinare con la massima precisione la direzione della sorgente è necessario attraverso il sistema di ricezione ridurre il rapporto segnale/disturbo in modo da discriminare fra due posizioni le più vicine possibili abbandonando la possibilità di estrarre dal segnale altra informazione che non sia la direzione della sorgente.

(\*) M. FEDERICI: *La precisione della misura della direzione con sistemi riceventi passivi di energia sonora*. « La Ricerca Scientifica », 1959, n. 7.

Memoria N. 233

#### Comparazione dei criteri di codificazione dati per un sistema di elaborazione accentrato.

G. ALBARELLA

La trasmissione dei dati a distanza crea un problema di codificazione e di scelta completamente nuovo in quanto vengono richieste delle probabilità di errore molto piccole e da mille ad un milione di volte minori di quelle ammesse nella corrente tecnica telegrafica.

Dopo una breve premessa nella quale viene presentato il problema l'Autore passa a svolgere la teoria generale della codificazione, sviluppando la questione secondo la teoria dell'informazione.

Successivamente l'Autore passa a considerare il caso nel quale i codici adottati devono dar luogo a segnali trasmissibili a distanza (ad es. con mezzi elettrici) e, quindi, soggetti a disturbi di vario genere che possono dar luogo ad errori.

In questo caso, facendo l'ipotesi di una distribuzione dell'errore puramente casuale si può determinare quale ridondanza del codice assicuri la probabilità di errore desiderata. Lo sviluppo del problema non viene condotto su considerazioni tecniche, per cui non si esaminano i criteri di modulazione e trasmissione adottabili, ma viene portato sul piano dell'entropia del sistema che, facilmente calcolabile in via teorica, può rappresentare il dato numerico che la soluzione tecnica deve rispettare.

Si conclude che il codice telegrafico internazionale è il codice più economico che risolve il problema fino a probabilità di errore dell'ordine di grandezza di  $10^{-5}$  a condizione che i simboli da trasmettere siano suddivisibili in tre gruppi e la frequenza di apparizione di simboli appartenenti a gruppi diversi nello sviluppo del messaggio non superi il 20 % dei simboli in totale.

Memoria N. 218

#### Considerazioni per una rete trasmissione dati ad alta velocità.

G. ALBARELLA

Tenuto conto dello sviluppo dei mezzi di elaborazione di grande potenza e della necessità di accentrare in un unico centro di elaborazione tutti i dati rappresentativi dell'azienda sorge naturale il problema della trasmissione di questi dati dal luogo dove nascono al luogo dove devono essere elaborati. Mentre per opifici concentrati il problema è limitato o non esiste, per imprese di distribuzione o di servizi, il problema diventa importantissimo e la sua soluzione può influenzare la decisione di accentrare in un unico centro la elaborazione dei dati.

Pertanto, dopo una breve presentazione del problema, l'Autore passa a considerare la produzione dei dati (perchè siano direttamente trasmissibili), le caratteristiche dei canali di trasmissione a distanza (perchè siano rispondenti alle esigenze tecniche connesse con la trasmissione di segnali di tipo particolare e non introducano errori oltre limiti ben definiti) e le garanzie richieste dal sistema. Passa, quindi, a considerare i parametri dimensionali della rete di trasmissione dati e l'articolazione di essa tramite centri di raccolta e trasmissione e canali di trasmissione ad alta, media e bassa velocità.

Si conclude facendo delle ipotesi di costo di trasmissione di dati pensando di utilizzare la esistente rete di telecomunicazioni nelle ore durante le quali i canali sono inutilizzati o parzialmente impegnati.



Memoria N. 203

**La trasmissione della parola con metodo digitale.**

C. DELLA GIOVANNA

La trasmissione della parola con metodo digitale si basa sulle seguenti operazioni fondamentali:

- campionatura del segnale;
- quantizzazione dei campioni;
- codificazione e decodificazione dei livelli;
- ricostruzione del segnale.

La campionatura potrà essere istantanea o no, ma se la frequenza di campionatura risulta superiore al doppio della massima frequenza del segnale da trasmettere è possibile ottenere una perfetta ricostruzione del segnale facendo passare il segnale campionato attraverso un filtro passa basso ed un equalizzatore.

La quantizzazione invece è un processo irreversibile e dà luogo alla distorsione di quantizzazione; in compenso la trasmissione in codice rende il segnale immune, entro certi limiti, dai disturbi di linea e consente la sua rigenerazione.

Se la quantizzazione è lineare, la distorsione di quantizzazione dipende solo dal valore del quanto di segnale  $Q$ , ed è eguale a  $Q^2/12$ . La sua distribuzione alle varie frequenze dipende dalla distribuzione del segnale, dalla sua banda e dalla frequenza di campionatura.

Nel caso di comunicazioni telefoniche a volume molto variabile occorre ricorrere alla quantizzazione non lineare. Allora  $Q$  non è più costante e la distorsione media di quantizzazione dipende dalla probabilità che il segnale superi o meno i vari livelli.

La codificazione può essere effettuata in diversi modi; il sistema più comune è il codice binario, in cui cioè gli impulsi sono caratterizzati da due sole condizioni. Possono però anche aversi codici a 3 o più condizioni.

I codici di tipo binario possono sopportare in teoria un disturbo di ampiezza non superiore a metà del segnale. Nel caso però di rumore gaussiano non è possibile definire un valore massimo del disturbo; è però possibile calcolare la probabilità che l'ampiezza istantanea del disturbo superi il valore di soglia ammesso (6 dB) in funzione del rapporto tra il segnale e il valore medio del disturbo.

Questa probabilità risulta praticamente trascurabile per valori del rapporto suddetto superiori a 20 dB.

Un sistema con modulazione in codice ha inoltre la proprietà di mantenere inalterata la capacità d'informazione variando opportunamente la banda di frequenze trasmesse e il rapporto segnale/disturbo.

La modulazione differenziale è un particolare sistema di trasmissione digitale che non usa delle diverse combinazioni di codice ma dei semplici impulsi positivi o negativi a cui corrispondono in ricezione determinati salti di livello. Essa risulta in definitiva meno elastica ed efficiente della modulazione con impulsi in codice ma molto più semplice per cui ne è considerato l'impiego in alcuni casi particolari.

Memoria N. 215

**Caratteristiche del segnale multicanale di linea per la rete telefonica italiana a grande distanza.**

L. BONAVOGLIA

Il segnale di linea per un collegamento telefonico multicanale a divisione di frequenza è ottenuto mediante l'affiancamento nello spettro di frequenza di canali, ciascuno dei quali trasmette un segnale la cui intensità varia ampiamente nel tempo, indipendentemente da quanto succede negli altri canali.

Gli organi comuni di linea devono trasmettere la somma di tutti questi segnali e per il loro dimensionamento è molto importante conoscere le potenze medie e massime da trasmettere o meglio ancora la distribuzione statistica della potenza nel tempo.

Si riconosce immediatamente che basta la conoscenza del segnale composto nell'ora di massimo traffico perché nelle altre ore il segnale sarà certamente più debole e quindi più facilmente trasmissibile.

Per conoscere appieno la distribuzione del segnale complesso nell'ora di massimo traffico occorre partire dalla conoscenza delle potenze messe in gioco dai singoli canali, potenze che dipendono dal volume sonoro del parlante, dalla efficienza del suo telefono, dalla attenuazione della linea che lo lega alla centrale, ecc.; inoltre occorre tener conto del tempo durante il quale un canale non è utilizzato, e infine della eventualità che il canale sia dotato di particolari apparati terminali come il compressore-espansore.

Dalla conoscenza dei dati suddetti, basata su indagini svolte nel corso del 1959 nelle maggiori città italiane, si è potuto, attraverso una serie di calcoli probabilistici, determinare le distribuzioni statistiche nel tempo della potenza del segnale complesso in funzione del numero dei canali costituenti il sistema di trasmissione.

I risultati di più immediato impiego sono la potenza media nell'ora di massimo traffico e la potenza di picco definita come la potenza sorpassata solo per una percentuale molto piccola del tempo; questi valori sono stati calcolati per diversi casi e cioè:

A) per  $N$  canali normali con utilizzazione del canale nell'ora pari al 25 %;

B) come sopra ma con utilizzazione del 50 %;

C) per  $N$  canali dotati di compressore sillabico e con utilizzazione nell'ora del 25 %;

D) come C) ma con utilizzazione del 50 %.

I casi B), C), D) hanno fornito indicazioni che secondo quanto noto all'Autore non risultano finora pubblicate nella letteratura tecnica sull'argomento. Per il caso A) invece esistono diversi lavori precedenti ed i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli esposti nel lavoro più conosciuto e cioè quello di Holbrook e Dixon (\*); in tale lavoro i dati di partenza e cioè la potenza media e la dispersione dei parlatori erano alquanto diversi da quelli determinati per la rete italiana a grande distanza nel 1959. Tuttavia, apportando la correzione dovuta alla differenza fra i dati italiani ed americani si trova una quasi perfetta coincidenza fra i risultati, tanto più rimarchevole in quanto i metodi di indagine e calcolo sono stati alquanto diversi.

Tutti i risultati ottenuti per l'Italia si riferiscono alla rete a grande distanza, ma gli stessi risultati potranno essere trasferiti alla rete secondaria e periferica, qualora anche per questa siano noti i dati di partenza, e cioè la distribuzione dei volumi all'origine dei circuiti.

Memoria N. 247

**Un metodo di predizione planare per la codificazione di fotografie.**

M. CORRADETTI

Una maniera di descrivere fotografie in bianco e nero è quella di considerarle superfici tridimensionali di intensità di luce. Data una fotografia ed un sistema di assi ortogonali  $X, Y, Z$  con il piano  $X$  coincidente con il piano della fotografia, per ciascun punto di quest'ultima è possibile innalzare una ordinata  $Z$  proporzionale alla intensità di luce in esso misurata. Le estremità di tutte queste ordinate determinano la così detta *superficie di intensità luminosa*.

Data la *granulosità* della nostra visione, non è richiesta una definizione continua di tale superficie; una campionatura bidirezionale è più che sufficiente per una sua

(\*) B. D. HOLBROOK - J. T. DIXON: *Load rating theory for multi-channel B.S.T.J.* Vol. XVIII, ottobre 1939, pag. 624.



buona rappresentazione. Così facendo, tale superficie viene caratterizzata da un insieme di messaggi formati dai valori dei campioni di intensità luminosa. La nostra intuizione ci dice che una certa correlazione deve esistere tra tali campioni e che quindi essi non sono tutti necessari per la descrizione delle corrispondenti fotografie.

Un sistema efficiente per la trasmissione di fotografie è quello di eliminare la gran parte della correlazione presente nei corrispondenti insiemi di messaggi, prima della loro codificazione ed invio lungo il canale di comunicazione. Il ricevitore ricostruisce le fotografie attraverso un processo di correlazione, che segue in senso inverso le varie fasi del processo di decorrelazione.

Un decorrelatore usa generalmente un certo tipo di predizione e, poichè il correlatore posto all'uscita del canale di trasmissione predice allo stesso modo del decorrelatore, per ricostruire la fotografia nel ricevitore è necessario soltanto correggere i valori predetti con la sequenza degli errori di predizione che giungono attraverso il canale di trasmissione. Tali errori costituiscono un insieme di messaggi, che caratterizzano in maniera diversa le sorgenti di fotografie; ovviamente, se la decorrelazione è condotta in maniera efficiente, la comentropia di tale insieme deve risultare minore di quella dell'insieme non decorrelato.

Il decorrelatore illustrato usa una predizione planare; esso individua, cioè, una serie di piani sui quali prevede vengano a trovarsi le ordinate delle intensità luminose. In altre parole il decorrelatore approssima con una serie di piani la superficie di intensità luminose che descrive la fotografia in esame. Il suo uso comporta una forte riduzione della comentropia delle sorgenti di fotografie, comentropia che fissa la capacità del canale richiesto per la trasmissione di quest'ultime.

Una ulteriore riduzione può essere ottenuta a spese della qualità di riproduzione, consentendo la trasmissione di un numero limitato di livelli di errore.

*Memoria N. 251*

## La codificazione logica e fisica dei segnali inviati sui circuiti di giunzione.

E. D'ADDIO

Un sistema di segnalazioni, destinato a lavorare sui circuiti di giunzione interposti fra i centri di commutazione di una rete telefonica, nella sua forma iniziale è la riunione dei simboli delle operazioni elementari che debbono essere eseguite in ognuno dei centri per formare un collegamento telefonico, nella sua forma finale è il risultato di due codificazioni: una codificazione logica ed una codificazione fisica.

La considerazione di queste codificazioni, che significa la individuazione del posto che la logica scientifica e la teoria delle informazioni hanno nello sviluppo di un sistema di segnalazioni per scopi di commutazione telefonica, è utilizzata, nel presente lavoro, sia al fine di individuare i parametri che definiscono il comportamento del sistema di segnalazione rispetto al mezzo trasmissivo, sia al fine di ottenere una sintesi dei diversi sistemi impiegati tale da metterne in luce le affinità logico-fisiche e limitazioni.

La sintesi effettuata mette in evidenza che dal punto di vista logico le codificazioni combinatorie attualmente in uso (2/4, 2/6) ammettono una probabilità di errore non rivelato sufficiente per essere impiegate nella costruzione di collegamenti anche su reti con alto costo dell'occupazione (reti nazionali, internazionali), mentre dal punto di vista fisico non consentono velocità di trasmissione dell'informazione tali da fruttare interamente la larghezza di banda riservata al canale telefonico.

La considerazione non riguarda commutatori elettromeccanici ma i commutatori meccanico-elettronici poichè

lo sfruttamento di questi ultimi nei centri di commutazione di una rete telefonica impone che l'informazione sia trasmessa sui circuiti di giunzione con cadenze dell'ordine di  $200 \div 300$  bit/s.

*Memoria N. 222*

## Memorizzazione dei dati in un sistema di trasmissione per la elaborazione accentrata.

G. ALBARELLA

L'Autore dopo una breve presentazione del problema passa a puntualizzare quali sono le caratteristiche necessarie, perchè una memoria possa assolvere contemporaneamente il ruolo di registrazione dei dati da trasmettere a distanza e dei dati da utilizzare direttamente da parte di un elaboratore elettronico.

Le ipotesi fatte e le considerazioni svolte conducono alla scelta di memorie magnetiche di tipo a nastro, utilizzabili, però, solo in casi particolari, e alle memorie a perforazione di tipo zona telegrafica che rappresenta la soluzione migliore del problema (almeno per ora) data la universalità del suo impiego, la sua adattabilità, la compatibilità con i sistemi di trasmissione esistenti e la possibilità di diretto impiego per l'alimentazione dei calcolatori elettronici. Infine, vengono considerate le schede con perforazione marginale che, mantenendo la caratteristica delle tradizionali schede perforate, possono essere utilizzate direttamente per la trasmissione dei dati, senza traduzioni e conversioni intermedie dei codici e rappresentano, perciò, la soluzione ideale in molteplici applicazioni.

*Memoria N. 240*

## Sistema per trasmissione dati ad alta velocità.

B. CAPRETTINI

Il crescente impiego di apparecchiature per elaborazione dati, attualmente utilizzate nel ristretto ambito aziendale locale, fa presumere che in un prossimo futuro verranno richiesti sistemi per la trasmissione a distanza di informazioni a carattere binario, che dovranno essere trasmesse a velocità molto maggiori di quelle telegrafiche e con gradi di sicurezza estremamente più elevati.

Poichè per tale tipo di trasmissione è logico presumere che verranno utilizzate le esistenti reti telefoniche commutate, si analizzano alcuni degli aspetti presentati da tali reti e le differenze sostanziali per la trasmissione della voce umana e delle informazioni destinate ad apparecchiature di elaborazione dati.

Fra i problemi accennati, particolare interesse presentano quelli relativi alle distorsioni di fase, ai disturbi di carattere impulsivo ed infine alla necessità di sincronizzare rigorosamente i tempi fra le località in collegamento.

Analizzati alcuni dei possibili criteri per rendere la trasmissione delle informazioni binaria quanto più possibile immune da errori, vengono fatte considerazioni sull'opportunità di adottare, in sostituzione di codici autocorrettori, sistemi autoregolatori degli errori, con ritrasmissione dei blocchi di informazioni in caso di imperfetta ricezione.

Viene infine descritta l'apparecchiatura sperimentale realizzata per effettuare prove di trasmissione dati su circuiti telefonici commutati, con trasmissione in serie alla velocità variabile fra 250 e 3 000 baud.

Di particolare interesse in tale apparecchiatura risulta la modalità di trasmissione dell'informazione « tempo », inviata implicitamente unitamente alle informazioni a carattere binario.



Memoria N. 211

## Sistemi di trasmissione veloce di dati nella banda telefonica.

L. DE LUCA

La trasmissione veloce di dati può essere realizzata nella banda telefonica con svariati sistemi, i quali, pure partendo da principi di funzionamento diversi e pur presentando velocità teoriche molto differenti tra loro, si rivelano in generale equivalenti in presenza di disturbi esterni. Ciò appare con maggiore evidenza nei normali canali telefonici a frequenze vettrici, per i quali si può dire che il disturbo è presente in tutte le sue forme possibili.

Gli attuali canali telefonici rappresentano peraltro il solo mezzo oggi disponibile per la trasmissione privata di dati a grande distanza. Per cui, nei Paesi ove la richiesta di tale servizio è in fase più avanzata, si è posto da tempo il problema dell'adattamento dei sistemi di trasmissione di dati alle caratteristiche dei peggiori collegamenti telefonici possibili su scala nazionale. La velocità di informazione prevista con queste premesse si aggira sui 1000 bit/sec.

Per giudicare se tale valore debba ritenersi soddisfacente, ovvero per valutare le effettive possibilità offerte dal canale telefonico in questo particolare campo di trasmissione delle informazioni, è necessario esaminare analiticamente almeno due punti fondamentali. Occorre cioè definire prima le condizioni teoriche richieste ad una rete di trasmissione ideale per ottenere la massima velocità di ripetizione degli impulsi d'informazione, e calcolare poi la riduzione di velocità dovuta ad ogni forma di disturbo presente nelle reti reali.

L'esame del primo punto, svolto in modo relativamente semplice considerando l'invio diretto di impulsi unitari su una rete passa-basso ideale ed estendendo poi i risultati alle reti passa-banda, conduce alla definizione di una rete passa-banda ideale a minima rotazione di fase e risposta d'ampiezza del tipo cosinusoidale, sulla quale la velocità teorica di invio è uguale alla larghezza di banda nominale in Hz. In alcuni casi particolari tale velocità può essere raddoppiata, raggiungendo così quella di una rete passa-basso con la stessa larghezza di banda nominale.

L'esame del secondo punto, sebbene non sempre in forma esplicita, mostra che la principale causa di disturbo tra impulsi consecutivi (e quindi di riduzione della velocità di trasmissione) è data dalla distorsione della funzione di trasferta del canale telefonico rispetto a quella della rete ideale, e che, a parte la distorsione di attenuazione, le più importanti cause di disturbo alla trasmissione dei dati sono proprio quelle che non hanno alcun peso nella trasmissione della parola. Tra le distorsioni troviamo infatti la distorsione di fase, le piccole ondulazioni delle componenti di trasferta, la leggera distorsione di frequenza (dovuta al mancato sincronismo tra gli oscillatori delle portanti telefoniche) e la distorsione iniziale dei compressori di dinamica. Tra le perturbazioni hanno importanza i disturbi impulsivi e le brevi interruzioni della via di trasmissione.

Nei sistemi con invio sequenziale degli elementi d'informazione, la vulnerabilità ai vari disturbi viene ridotta aumentando il numero delle bande laterali utilizzate per trasmettere lo stesso segnale. La velocità pratica permessa dai sistemi a 1,2 e 4 bande laterali resta quindi più o meno la stessa, a parità di banda totale occupata.

Nei sistemi con invio in parallelo degli elementi d'informazione, analogamente, l'effetto della distorsione di fase del canale telefonico viene ridotto aumentando il numero delle sottobande. Con ciò la velocità globale di trasmissione aumenta leggermente, anziché diminuire a causa delle frequenze perdute nelle zone di separazione dei filtri.

Tra i sistemi con invio in parallelo, un esempio di particolare interesse è offerto da quello a combinazione diretta di più frequenze, o politonico, nel quale l'alta velocità di trasmissione è ottenuta per mezzo di un originale meccanismo di analisi.

Memoria N. 245

## La trasformazione di comandi e misure in segnali elettrici trasmissibili a distanza.

G. BERNASCONI - H. BLAETTLER - A. DE BENEDETTI

### 1. - Considerazioni introduttive.

Si esaminano brevemente i principali motivi della sempre più larga diffusione dell'esercizio a distanza: estensione e complicazione crescenti delle reti di distribuzione di energia elettrica e termica, di acqua e di gas — vantaggi della razionalizzazione e centralizzazione dell'esercizio — disponibilità di apparecchiature di telecomando e telemisura moderne, efficienti, sicure, ed economiche; si ricorda poi che la distanza di trasmissione è uno dei fattori determinanti, dal punto di vista tecnico e da quello economico, del sistema di trasmissione e conseguentemente dei tipi di segnali nei quali comandi e misure devono essere convertiti.

### 2. - La trasmissione di segnali elettrici.

Esaminate le caratteristiche che possono permettere la individuazione dei segnali elettrici trasmissibili in relazione ai diversi significati che devono assumere, si pone l'accento sulla necessità che tali caratteristiche riescano il meno possibile alterabili ad opera della trasmissione; in vista di questa necessità, fondamentale per la sicurezza e la precisione delle informazioni da trasmettere, vengono prese in considerazione le possibili cause di alterazioni e i relativi rimedi, la cui efficacia e il cui costo concorrono a delimitare i campi di applicazione pratica e i criteri di scelta dei tipi di segnale da adottare.

Per questa delimitazione sono determinanti anche la disponibilità e la utilizzabilità del mezzo di trasmissione destinato a collegare i posti emittente e ricevente e pertanto si indicano le possibilità di sfruttamento dei vari mezzi di trasmissione (collegamenti galvanici di tipo telefonico, onde convogliate, ponti radio) offerte dai sistemi ad allocazione di tempo e di frequenza e particolarmente da quest'ultimo, che, mediante sovrapposizione su un unico collegamento di più « canali » di diversa frequenza, consente la trasmissione contemporanea di più segnali, compresa eventualmente la conversazione telefonica.

### 3. - Trasformazione di comandi in segnali elettrici.

Premessa la distinzione tra comandi destinati ad elementi a due posizioni determinate e a quelli la cui posizione può variare in modo continuo, si passano in rassegna, con riferimento ai primi, i diversi tipi di segnale e i conseguenti sistemi di telecomando, chiarendo in particolare le ragioni di preferenza dei sistemi a impulsi i quali si prestano ottimamente nelle loro numerose varianti a trasmettere molti comandi, allarmi e segnalazioni con rapidità e sicurezza su una sola via o « canale ».

Accennati i vantaggi oggi ulteriormente introdotti dalla transistorizzazione, si illustra brevemente la tecnica adottata per la trasmissione di comandi di tipo continuo, ricorrendo a un « canale » separato che può essere di volta in volta collegato ai diversi elementi la cui posizione deve essere regolata.

### 4. - Trasformazione di misure in segnali elettrici.

Valori di misura di natura diversa vengono generalmente trasformati in segnali elettrici trasmissibili ricorrendo a particolari apparecchi, genericamente chiamati trasduttori, tra cui si ricordano i principali: trasformatori di misura, potenziometri, convertitori compensatori a corrente continua proporzionale, convertitori a fre-



quenza d'impulsi. Ognuno di questi tipi dà origine a un diverso sistema di trasmissione a distanza e i vari sistemi si prestano più o meno bene a risolvere i vari problemi di telemisura che si presentano in pratica: vengono particolarmente illustrati i sistemi a corrente continua proporzionale e quello a frequenza d'impulsi; quest'ultimo è il più versatile dal punto di vista della trasmissione e della integrazione nel tempo dei valori trasmessi; entrambi i sistemi consentono varie altre elaborazioni algebriche dei dati da trasmettere.

Nel contesto sono rappresentati schemi e illustrazioni di alcuni trasduttori in alcune realizzazioni pratiche.

Un esame delle possibilità di integrare i valori trasmessi, con particolare riguardo alla potenza e all'energia elettrica conclude questo capitolo.

#### 5. - Canali di trasmissione.

Da quanto precede appare che quasi sempre comandi e misure vengono trasformati per la trasmissione a distanza in correnti continue oppure in impulsi: in questo ultimo caso è possibile modulare varie frequenze sovrapponibili, costituenti i cosiddetti «canali telegrafici». Viene quindi fatto cenno delle parti componenti di questi «canali» e della possibilità di realizzazione mediante elementi unificati componibili e si presenta una moderna apparecchiatura nella quale sono sfruttati a fondo i vantaggi della transistorizzazione e dell'impiego di circuiti stampati con la realizzazione di unità costruttive di tipo modulare, facilmente smontabili, ispezionabili e intercambiabili.

Memoria N. 242

### La trasmissione della informazione nel telecomando e la sua trasformazione nella elaborazione dei dati.

M. NOTARI

Si esaminano i principi teorici di significatività che regolano la esatta riproduzione di un segnale nella *teletrasmissione della informazione*, nel caso di sistemi «discreti», fondamentale per quelli «continui» e «misti» statisticamente configurati dalla proprietà ergodica di convergenza e dipendenza (ovvero indipendenza) dalle condizioni iniziali degli stati di transizione, e dalla natura entropica dei fattori di capacità di trasporto lungo un canale senza «rumore», attraverso la codificazione di un trasduttore «discreto» che proporziona le modalità di trasmissione alle caratteristiche del messaggio e alla capacità di informazione del canale.

Infatti, dal carattere statistico della funzione di informazione, quale processo casuale stazionario di una sorgente discreta, e, in particolare, come processo stocastico markoviano, in cui, cioè la probabilità di trasmissione fra due stati successivi è indipendente dalla evoluzione precedente del sistema — ciò che equivale a supporre che le matrici stocastiche elementari fra i due stati siano fra loro coincidenti — discende la definizione omogenea della «natura» della informazione prodotta attraverso tale processo, o meglio dal suo «livello» nel trasporto dei messaggi, attraverso il processo logico dell'informazione che si estrinseca operando l'appropriato «ordine» nella distribuzione d'origine atto a fornire l'informazione voluta secondo scelte di eventi ugualmente probabili, quindi della «misura» della informazione espressa — in tale ipotesi — dall'entropia del messaggio. Tali principi, e particolarmente la conoscenza dell'entropia quale indice di capacità di trasporto dell'informazione, offrono le più vaste probabilità di ricerca operativa tecnico-economica per la scelta dei sistemi di trasmissione e lo studio di appropriati codici di informazione.

Il *telecomando* viene quindi analizzato nel quadro della trasmissione su linee fisiche, cioè su canali «discreti», sotto l'aspetto della sicurezza di esercizio e delle possibilità di utilizzazione multipla delle normali linee di tele-

comunicazione — in uso presso le Ferrovie dello Stato per gli impianti della trazione elettrica — nonché dei «circuiti di binario a correnti codificate» che utilizzando le rotaie stesse come «guide d'onda» consentono l'autocomando del treno con ripetizione automatica a bordo della locomotiva della posizione dei segnali il cui «aspetto» costituisce l'informazione trasmessa come «risposta al comando» lungo l'itinerario compatibile, subordinato cioè alla condizione di stato libero da veicoli dei circuiti di binario a valle.

La *trasformazione della informazione*, tipico dei sistemi di telecomunicazione, che nella appropriata scelta dei codici trovano le possibilità di potenziamento della trasmissione, per livello e qualità dell'informazione, e che negli stessi esseri viventi, come in una macchina, il complesso nervoso attraverso gli organi dei sensi attua sul flusso di impressioni e di segnali percepiti per dare origine agli impulsi irradiati, caratterizza anche i sistemi per la elaborazione automatica programmata dei dati, analogicamente ad essi configurabili ove in luogo del trasduttore si consideri l'unità aritmetica delle calcolatrici numeriche.

La «organizzazione logica», in queste, dal punto di vista booleano e della commutazione oggi evolventesi secondo il calcolo simbolico, si attua attraverso «circuiti combinatori»: con dipendenza esclusiva, cioè, della configurazione ai nodi di uscita dalle condizioni di eccitazione dei nodi di entrata, senza intervento del fattore tempo; e «circuiti sequenziali», più complessi, dotati invece di «memoria» con dipendenza, perciò, anche dagli stati interni; quindi, sotto l'aspetto delle considerazioni temporali, con «circuiti sincroni», quali generalmente sono quelli delle calcolatrici elettroniche automatiche, configurabili nel sincronismo delle trasformazioni delle grandezze elettriche, all'entrata e all'uscita del circuito, con la frequenza dell'oscillatore centrale (lo «stato» potendo essere allora considerato secondo «passi» multipli del periodo dell'oscillatore centrale); in contrapposto ai «circuiti asincroni» come, per es., quelli di commutazione telefonica.

Una moderna algebra permette di interpretare le reti di commutazione analogamente alle reti elettriche, con componenti lineari, ed il calcolo matriciale ne consente inoltre la determinazione analitica, unitamente a metodi topologici e grafici, tuttavia generalmente complessi specie per la valutazione del tempo di commutazione e di propagazione dei segnali che influenza il comportamento logico del circuito.

Per cui la tendenza è di ricercare e applicare metodi di calcolo suscettibili di automatizzazione, cioè di programmazione sulle stesse calcolatrici elettroniche. La organizzazione logica ed i progressi tecnologici (dai relè elettromeccanici, ai tubi a vuoto, ai moderni diodi a cristallo, transistori, nuclei magnetici, ecc., quindi circuiti miniaturizzati a componenti modulari) hanno quindi consentito la prodigiosa ascesa delle velocità operative delle calcolatrici (già all'ordine di decine di microsecondi, e tendenti al  $\mu\text{sec}$ /operazione, con velocità di accesso in memoria di  $0,5 \mu\text{sec}$ ) per effettuare le trasformazioni necessarie a seguire col calcolo l'evolversi dei fenomeni sotto controllo attraverso esecuzione contemporanea di più fasi di una stessa operazione o di più operazioni, secondo sottoprogrammi in «parallelo» (anziché in «serie») in complessi multicanali di trasformazione e trasmissione.

L'introduzione dei circuiti logici a comportamento casuale ha portato infine allo sviluppo della logica probabilistica, per valutare comparativamente le possibilità della macchina logica a componenti erratici ovvero a comportamento casuale rispetto alla macchina completamente deterministica.

Concludendo: le tecniche della *trasmissione* e della *cingiunta trasformazione* evolvendosi attraverso il processo logico dell'informazione secondo possibili scelte di eventi probabili debbono ricercare attraverso la «organizzazione» dei mezzi il loro massimo potenziamento di



attuazione cui mirano sostanzialmente le moderne teorie, e le cui varie metodologie, in continuo progresso debbono finalisticamente convergere verso la moderna *ricerca operativa* che nei problemi di « organizzazione », in ogni settore della tecnica, mira alla massimizzazione della utilità dei mezzi a disposizione a costi relativamente minori in rapporto al servizio ritraibile.

### 1 b) Deformazione dei segnali di informazione nei sistemi trasmissivi.

Memoria N. 235

#### Il rapporto segnale-disturbo nei sistemi di comunicazione.

C. TAMBURELLO

Ogni sistema di comunicazione trasmette, oltre al segnale utile, anche segnali non desiderati (disturbi): in ogni punto del sistema si può determinare un rapporto fra la potenza (o l'ampiezza) del segnale e la potenza (o l'ampiezza) del disturbo, detto rapporto segnale-disturbo.

Il valore di questo rapporto ha fondamentale importanza in un sistema di comunicazione, in quanto ad esso è vincolata l'intelligibilità dell'informazione ricevuta. Perchè un sistema di comunicazione sia utilizzabile, è infatti necessario che il destinatario riceva il segnale con un livello di disturbo opportunamente limitato, in relazione al tipo di comunicazione che si desidera effettuare.

A questo scopo, il segnale viene manipolato nel trasmettitore, mediante una o più modulazioni, in modo da aumentare la capacità del ricevitore a distinguere il segnale utile dal disturbo. Qualora si effettui una modulazione a banda ristretta (modulazione d'ampiezza, modulazione d'impulsi in ampiezza), si ottiene all'uscita del rivelatore un rapporto segnale-disturbo che è pressochè uguale a quello d'ingresso. Invece, i sistemi con modulazione ad ampia banda (modulazione di frequenza o di fase, modulazione d'impulsi in posizione o in durata) permettono di ottenere, alla rivelazione del segnale, un miglioramento del rapporto segnale-disturbo. Tale miglioramento risulta massimo quando si effettua una modulazione d'impulsi a codice. Questo tipo di modulazione introduce però un disturbo di quantizzazione, che dipende dal numero degli impulsi del codice, e quindi dalla ampiezza di banda del segnale modulato.

Impiegando particolari sistemi di rivelazione è possibile utilizzare, con un rapporto segnale-disturbo ancora accettabile, dei segnali che pervengono al ricevitore anche notevolmente disturbati: l'impiego di questi sistemi risulta tuttavia limitato, in considerazione della complessità delle apparecchiature riceventi.

Gli studi, tendenti alla realizzazione di sistemi di comunicazione immuni da disturbi, hanno portato a notevoli progressi nel campo delle comunicazioni: ma lo sviluppo delle applicazioni dell'elettronica fa continuamente nascere la necessità di sistemi più perfezionati, capaci di trasmettere le informazioni con sempre minori probabilità di errore.

Memoria N. 227

#### Considerazioni sulla statistica dell'errore di quantizzazione.

M. CORRADETTI

Dopo la definizione di un quantizzatore fondamentale, viene giustificata l'analisi statistica di un processo di quantizzazione, facendo osservare che anche per sistemi che siamo in grado di analizzare si cerca di ridurre al minimo indispensabile i parametri di interesse, focalizzando la nostra attenzione su tutto ciò che sia essenziale senza badare ai dettagli meno importanti.

Si introduce poi il concetto di rumore di quantizzazione e si determinano i parametri statistici di esso per processi del primo e secondo ordine. A questo proposito vengono formulati i teoremi di quantizzazione del primo e secondo ordine che, allorché validi, permettono la conoscenza della forma della distribuzione della densità di probabilità dell'errore di quantizzazione indipendentemente da quella del corrispondente segnale di ingresso. Inoltre, per permettere di stabilire criteri pratici per accertare la validità di tali teoremi, viene studiato il comportamento di un quantizzatore con segnali di tipo gaussiano.

Dopo un rapido accenno al modo con cui le medie statistiche si propagano lungo sistemi lineari discreti, viene illustrata la convenienza di considerare sia il rapporto limite assoluto/deviazione standard delle ampiezze dell'errore di quantizzazione, e ciò al fine di avere utili indicazioni sulla forma della distribuzione della densità di probabilità di tale disturbo, sia il parametro limite statistico dell'ampiezza di quest'ultimo da contrapporre al limite assoluto.

Viene infine affrontato il problema di analisi di un quantizzatore, inserito in un sistema a ciclo chiuso con segnali campionati, e si valutano gli effetti del rumore di quantizzazione all'uscita di un tale sistema. A titolo di esempio viene considerato il caso di un sistema ripetitore, a ciclo chiuso, formato da un campionatore, un quantizzatore, un filtro discreto ed un filtro continuo.

Memoria N. 243

#### Influenza dei rumori sulla qualità della trasmissione telefonica.

P. SCHIAFFINO

Viene in primo luogo suggerito un metodo che permette di determinare l'intensità del segnale vocale e del rumore in un punto qualsiasi di un collegamento telefonico, ad esempio nel punto finale del circuito elettrico, ossia ai morsetti del sistema ricevente.

Tali valori possono anche essere riferiti al punto di livello relativo zero.

I dati occorrenti per la determinazione di tali valori sono gli equivalenti di riferimento dei tre tratti del collegamento in cui esso viene diviso dal punto di livello relativo zero e dal punto finale del circuito elettrico, l'equivalente di riferimento del circuito di antilocali dell'apparecchio ricevente, l'intensità del rumore di sala (lato emittente e lato ricevente) e il rumore di circuito (circuito internazionale vero e proprio e tratti estremi).

In secondo luogo viene accennato come dai dati della intensità del segnale e del rumore si possa ricavare sia teoricamente che sperimentalmente un numero atto a caratterizzare la qualità di trasmissione del collegamento, e vengono riportati dei risultati di misure relative al peggioramento della qualità di trasmissione dovuto al rumore.

Si conclude appoggiando l'opinione già espressa dalla Amministrazione Italiana dei Telefoni che il limite attualmente fissato dal CCITT per il livello di rumore del circuito internazionale sia eccessivamente severo.

Memoria N. 252

#### Influenza delle perturbazioni sulla distorsione nei sistemi telegrafici a modulazione di frequenza.

S. VALZ

Viene definito un metodo teorico di valutazione dell'influenza delle possibili cause di perturbazione su un segnale telegrafico a modulazione di frequenza.

Il canale telegrafico è inteso come costituito essenzialmente da tre elementi:

a) un generatore-modulatore;



b) un ricevitore;

c) un quadripolo di canale, in cui si comprendono tutti gli elementi presenti nella via di trasmissione tra la uscita del generatore e l'ingresso del ricevitore.

Come la pratica suggerisce, l'andamento della curva attenuazione-frequenza del quadripolo di canale influisce nella distorsione del segnale telegrafico in ricezione.

Nel caso in cui venga trasmesso un impulso rettangolare isolato, viene definita per quadripoli di canale aventi curva di attenuazione rettangolare o gaussiana l'espressione analitica del segnale in ricezione nel caso di:

1) assenza di disturbi;

2) variazione dello spostamento di frequenza di  $+3$  p/s;

3) frequenza di disturbo pari a  $f_0 + 30$  p/s (ove  $f_0$  è la frequenza centrale del canale telegrafico esaminato);

4) rumore bianco.

Nel caso di telegrafia a 50 baud e per spostamento di frequenza di  $\pm 30$  p/s sono stati calcolati gli incrementi di distorsione dovuti alle perturbazioni indicate nei precedenti punti 2), 3) e 4), ottenendo valori in buon accordo con i risultati sperimentali.

*Memoria N. 204*

### Criteri di sicurezza nella trasmissione di telecomandi su linee disturbate.

B. TOLENTINO - T. RAIMONDI

Vengono illustrati vari sistemi di trasmissione di comando a distanza, specificandone il grado di sicurezza.

Si distinguono sistemi a bassa, media ed alta capacità, a seconda del numero di comandi previsti.

Il sistema a bassa capacità utilizza, per l'invio di ogni comando, la trasmissione, o la soppressione di una determinata frequenza.

Esso risulta facilmente vulnerabile da disturbi, quando non sia prevista l'adozione di una o più « frequenze di guardia ». La costruzione è semplice ed economica solo nel caso di un numero di informazioni limitato.

Vengono considerati a media capacità il sistema a combinazione di frequenze, e quello a numero di impulsi.

Il primo permette l'impiego di un numero di frequenze limitato, rispetto al numero di comandi conseguibili; esso non offre eccessive garanzie senza l'uso di opportuni dispositivi di sicurezza aggiuntivi.

Il secondo, che viene effettuato trasmettendo un numero di impulsi caratterizzante ogni comando, può essere realizzato adottando gli stessi criteri di sicurezza già menzionati.

Esso offre garanzie limitate, potendo un disturbo impulsivo creare o sopprimere uno o più impulsi.

I sistemi ad alta capacità sono caratterizzati dalla trasmissione ciclica di un numero di impulsi costante nel tempo, in cui uno o più impulsi si differenziano dai rimanenti, in modo da individuare una informazione codificata ben precisa.

Essi possono essere concepiti per più comandi contemporanei, o per un solo comando per volta. I primi si distinguono per la trasmissione continua di più informazioni codificate. Necessariamente essi contengono un codice molto semplice e non offrono quindi eccessive garanzie di sicurezza.

Il secondo sistema può contenere un codice complesso e suscettibile di criteri di sicurezza quali il controllo del numero degli impulsi differenziati ricevuti e quello totale.

Vengono quindi descritti i criteri generali di sicurezza più usati, per qualunque sistema di comando, e cioè:

1) Tempo di risposta elevato. Imponendo un ritardo nell'attuazione del comando, si può ovviare alla maggior parte dei disturbi di linea, quando si tratti di transistori di breve durata.

2) Segnalazione di ritorno. Per ottenere la massima sicurezza di fronte a disturbi di linea, ed a guasti nelle

apparecchiature, è normalmente prevista una segnalazione in senso inverso, che conferma o meno, presso il terminale di comando, l'esatta ricezione dell'informazione al posto comandato.

In seguito all'esito favorevole di tale controllo, viene in un tempo successivo inviato il comando vero e proprio.

3) Elevato rapporto segnale/disturbo. Questo può essere ottenuto impegnando una banda di frequenza stretta, compatibilmente con le frequenze da trasmettere, utilizzando il sistema a sbandamento di frequenza, o a modulazione di fase, o con opportune soglie di limitazione dei segnali deboli.

I moderni criteri di transistorizzazione delle apparecchiature offrono altresì una garanzia di sicurezza nel tempo molto maggiore dei sistemi a relè e selettori.

Viene quindi descritto un tipo moderno di telecomando a codice, che, per le sicurezze di cui è munito e la capacità di comandi, permette di illustrare opportunamente l'applicazione dei criteri generali anzidetti.

*Memoria N. 212*

### Osservazioni circa la influenza delle manovre di interruttori e sezionatori ad alta tensione sulle trasmissioni a onde convogliate.

G. SEGRE

Nella memoria si ricordano anzitutto quali disturbi si hanno sulle trasmissioni a onde convogliate all'atto delle manovre di interruttori e sezionatori. Questi disturbi, per la loro breve durata, non influenzano in modo apprezzabile la comprensibilità della trasmissione della parola; per contro possono danneggiare le trasmissioni di tipo impulsivo, e in particolare le telemisure, i telecomandi, la telegrafia, ecc. Le interferenze provocate dalla apertura di interruttori hanno effetti dannosi anche sui codici di chiamata telefonica, quando il canale a onde convogliate è collegato ai centralini telefonici automatici.

Si descrivono poi i mezzi generali che sugli impianti Edisonvolta sono stati impiegati per ridurre a valori non eccessivi i disturbi sopradetti e successivamente si dà notizia della loro frequenza, quale risulta dalle rilevazioni statistiche effettuate.

Si passa infine ad un'analisi più completa, per quanto ancora di carattere essenzialmente qualitativo, dei diversi tipi di disturbi, che è stata fatta valendosi dei mezzi del Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano, dove le manovre di interruttori per l'apertura di corti circuiti sono particolarmente frequenti.

Sono state registrate le alte frequenze che vengono generate nel corso dell'apertura o chiusura degli interruttori del CESI; per rendere più chiare le registrazioni, si sono esaltate le componenti ad alta frequenza della tensione di rete, chiudendo un riduttore capacitivo derivato da una fase a 220 kV su di una resistenza e misurando quindi la caduta di tensione ai capi di tale resistenza. Si ottiene così un valore proporzionale alla corrente che fluisce dalla fase a 220 kV verso terra attraverso il riduttore capacitivo, nella quale corrente il valore delle armoniche superiori risulta moltiplicato all'incirca per il numero d'ordine dell'armonica.

Con questi accorgimenti sono stati eseguiti numerosi oscillogrammi. Nella relazione ne viene riportato uno e se ne illustrano le principali caratteristiche.

Parallelamente alle registrazioni relative ai disturbi provocati dagli scatti degli interruttori altre ne sono state eseguite durante le manovre di sezionatori ad alta tensione sulle sbarre della stazione di Brughiero. Queste prove, eseguite sui canali di telemisura in funzionamento normale, sono consistite nella rilevazione delle deformazioni che subiscono i segnali utili della telemisura nei successivi stadi della apparecchiatura ricevitrice, e cioè all'ingresso dell'apparecchiatura, dopo la demodulazione



da alta frequenza in frequenza fonica e infine all'uscita del relè telegrafico che riceve la telemisura.

Nella relazione sono riportati e illustrati solamente alcuni dei moltissimi oscillogrammi effettuati, dai quali si sono ricavate utili indicazioni circa il proporzionamento degli scaricatori di protezione che sono normalmente disposti all'arrivo del circuito ad alta tensione, e circa i valori minimi del rapporto segnale/disturbo sulla trasmissione ad alta frequenza.

*Memoria N. 221*

### **Considerazioni sui criteri di proporzionamento di moderni sistemi telefonici con particolare riguardo ai contributi di rumore.**

F. SINISCALCHI

L'avvento del transistor e della esigenza di una sempre più spinta miniaturizzazione nelle apparecchiature telefoniche (terminali e di linea) ha posto e pone i costruttori di fronte a problemi i quali, pur non essendo nuovi nella loro essenza, erano stati nel passato meno pressanti a causa dell'uso delle valvole e del maggiore ingombro consentito alle apparecchiature stesse.

Un esame sia storico che tecnico delle fonti che hanno dato origine per esempio a molte delle raccomandazioni del CCIF (oggi CCITT) non sempre conduce al risultato che le raccomandazioni stesse siano state formulate avendo di mira le esigenze minime per ottenere una certa prestazione; al contrario si sono talora prescritti dei valori che consentono un notevole margine di sicurezza, giustificato forse più che da necessità dal fatto che i valori stessi potevano essere agevolmente ottenuti con i materiali a quel tempo in uso per la tecnica telefonica.

Nell'articolo vengono esaminate le cause di rumore nelle apparecchiature ed i loro rapporti con il costo delle stesse, al fine di delineare quali possano essere dei criteri di proporzionamento che il progettista possa seguire nel caso di moderni sistemi telefonici.

Di conseguenza viene fatto cenno ad una possibile suddivisione del totale rumore ammesso per le apparecchiature (nei terminali e nelle ripetitrici) fra le varie cause di rumore, come pure alla suddivisione tra i vari stadi di modulazione.

Si richiamano infine i metodi di calcolo dei sistemi con particolare riferimento all'articolo di Brockbank e Wass.

*Memoria N. 219*

### **Sul recupero del contenuto informativo delle onde ionosferiche trasferito dalla modulazione di ampiezza in quella di fase.**

M. MANCIANTI - G. SALARDI

È noto che le onde elettromagnetiche modulate, nell'attraversamento della ionosfera, subiscono delle alterazioni per cui le relazioni di fase e di ampiezza fra bande laterali e portante risultano modificate rispetto a quelle originarie.

Nel caso di modulazione di ampiezza, l'effetto pratico di questo fenomeno consiste in una deformazione dell'involuppo dell'onda, cui si accompagna una modulazione di fase, inesistente nel segnale di partenza.

Essendo i normali ricevitori sensibili al solo inviluppo, si ha in definitiva una utilizzazione parziale del contenuto informativo trasmesso, ed è lecito supporre che una aliquota di detto contenuto si sia trasferita nella modulazione di fase intervenuta: si è pertanto pensato di recuperarlo per aggiungerlo a quello ricavato dalla consueta rivelazione di inviluppo.

Col presente lavoro si è cercato di valutare, sul piano puramente teorico, la convenienza o meno ad effettuare tale recupero.

Considerando, per semplicità, un'onda modulata monocromaticamente in ampiezza, si sono calcolati, al variare dei parametri che caratterizzano le deformazioni subite dalle bande laterali, gli sviluppi in serie di Fourier del segnale rivelato in ampiezza e di quello rivelato in fase.

Si è quindi effettuato il confronto fra il segnale rivelato in ampiezza e quello risultante dalla composizione di quest'ultimo con quello rivelato in fase, limitatamente alla ampiezza della fondamentale ed ai valori delle distorsioni di seconda e terza armonica.

I risultati, condensati in una serie di grafici, in dipendenza di varie scelte dei valori dei parametri in gioco, sembrano interessanti e promettenti.

Si ottengono dalla composizione dei due segnali un guadagno nell'ampiezza della fondamentale ed una riduzione delle distorsioni tanto più sensibili quanto maggiori sono le deformazioni subite dalle bande laterali, soprattutto nella loro relazione di fase con la portante, caso questo di gran lunga il più frequente.

Sulla scorta dei dati teorici è in corso la pratica realizzazione di un apparato destinato a funzionare secondo i principi sopra esposti.

## **2. Problemi riguardanti il mezzo trasmissivo.**

*Memoria N. 239*

### **Attenuazione dei collegamenti a onde convogliate.**

M. AIMINIO

Dopo una introduzione di carattere generale sull'importanza che rivestono gli impianti a onde convogliate per il buon esercizio di una vasta rete elettrica, viene descritta la loro composizione e viene illustrato in modo sommario il loro funzionamento.

Viene quindi affrontato il problema centrale della memoria, ossia la previsione in sede di progetto dell'attenuazione di trasmissione di un collegamento a onde convogliate, facendo presente che agli effetti di una buona trasmissione occorre tener conto oltre che dell'attenuazione anche del disturbo di linea tipico dei circuiti a onde convogliate.

Sono elencate tutte le variabili da cui dipende l'attenuazione della linea di supporto in condizioni normali di esercizio, con riferimento ai numerosi dati sperimentali a disposizione, e vengono fatte delle considerazioni di carattere generale circa i metodi che sembrano i più adatti per una previsione, almeno approssimata, dell'attenuazione.

Di notevole importanza è la scelta appropriata del conduttore (fase) o dei conduttori di accoppiamento potendosi avere forti variazioni dell'attenuazione di linea dipendentemente da questo fattore.

La estrema variabilità dell'attenuazione di linea, legata a caratteristiche difficilmente traducibili in formule, rende necessaria la misura preventiva di questa grandezza per chi intenda fare una previsione esatta sull'attenuazione complessiva del collegamento. In alternativa, e con risultati meno precisi, ci si può basare su misure fatte su altre linee aventi la stessa disposizione geometrica dei conduttori e impieganti lo stesso tipo e materiale di conduttore.

Una previsione di massima può infine essere stabilita basandosi su una formula di carattere puramente sperimentale e valevole per i collegamenti con accoppiamenti migliori su linee di media lunghezza, senza o con poche trasposizioni e con resistività del terreno di valore intermedio fra i valori limiti comunemente riscontrati.

Viene pure trattato l'argomento dell'attenuazione dovuta alla linea di supporto in condizione di funzionamento anormale, ossia nel caso di guasti meccanici dei conduttori oppure della formazione di ghiaccio sugli stessi.



Vengono poi analizzate le attenuazioni addizionali di linea dovute a punti singolari od a diramazioni lungo la linea stessa e l'attenuazione dei cavi di energia.

L'argomento delle attenuazioni parziali viene completato con l'analisi dettagliata delle singole attenuazioni dovute alle altre parti componenti, delle quali vengono riportati dei valori di carattere indicativo. Queste attenuazioni si aggirano singolarmente fra i valori estremi di circa 0,1 e 3 dB e sono imputabili alla linea di giunzione, al gruppo di accoppiamento, al condensatore di accoppiamento, alla bobina di sbarramento ed all'eventuale disadattamento di impedenza fra il terminale e la linea di supporto.

Da ultimo si riporta un esempio pratico di calcolo in merito ad un collegamento eseguito su di una tipica linea a 220 kV del tipo a doppia terna.

*Memoria N. 207*

### **Cavi telefonici interurbani a coppie simmetriche in materiale plastici.**

R. MONELLI

L'introduzione delle materie plastiche ed in particolare del polietilene nel campo dei cavi telefonici interurbani ha portato alla realizzazione di nuovi tipi di cavi che per le loro caratteristiche si differenziano dai noti cavi con isolamento in carta ed aria. I conduttori isolati in polietilene risultano infatti insensibili all'acqua e permettono quindi la realizzazione di cavi che non richiedono essiccamenti di sorta e tanto meno guaine metalliche stagne; ne risulta la possibilità di sostituire la guaina di piombo con una guaina anch'essa in materiale plastico, preferibilmente polietilene, che costituisce una efficace barriera alla penetrazione di acqua o di umidità nell'interno dei cavi.

Nel caso della posa aerea la sostituzione della guaina di piombo con una in materiale plastico porta alla eliminazione delle rotture per fatica causate dalle vibrazioni con i conseguenti vantaggi di manutenzione. Si ha inoltre un cavo notevolmente più leggero, di più agevole posa e che consente campate più lunghe; inoltre anche in caso di lieve lesione della guaina la penetrazione di umidità o di acqua nell'interno è limitata e tende a localizzarsi per gravità nel centro della campata. Nel caso della posa sotterranea la guaina in polietilene se fabbricata a regola d'arte e adeguatamente provata assicura una efficace protezione contro la penetrazione di acqua o di umidità.

Nella memoria vengono illustrate e discusse le principali caratteristiche dei cavi interurbani con isolamento in materiali plastici e viene effettuato il confronto sia tecnico che economico con quelle dei corrispondenti cavi in carta.

*Memoria N. 225*

### **Bicoppie a stella e bicoppie D.M. nei cavi in carta per A.F.**

L. SANSONE

Si determinano i criteri atti a determinare la scelta del tipo di cavo telefonico, isolato in carta ed aria, più adatto per dei collegamenti nei quali si preveda di destinare una parte dei circuiti alle frequenze vettrici, in particolare sino a 110 kHz, ed una parte alle frequenze acustiche. Il confronto quindi, viene effettuato tra i tipi di cavi atti a tali collegamenti e cioè cavi con bicoppie a stella e cavi con bicoppie D.M.

Come condizioni di corrispondenza tra i cavi da paragonare si assumono l'eguaglianza di attenuazione complessiva del collegamento e la parità del numero di circuiti forniti rispettivamente per bassa e per alta frequenza.

Assunto costante in ogni caso ed uguale a 0,9 mm, il diametro dei conduttori, si effettua il confronto tra le stelle a capacità 34 nF/km e le bicoppie D.M. a capacità

35,8 nF/km ed ancora, tra le stelle a capacità 34 nF/km e le bicoppie D.M. a capacità 38,5 nF/km, nell'ipotesi di adoperare in bassa frequenza i circuiti virtuali delle bicoppie D.M. ma non quelli delle stelle.

Nel primo caso le bicoppie hanno la stessa attenuazione a 110 kHz e si dimostra che a parità di diametro esterno dei cavi, e quindi a parità di costo, il cavo a stelle fornisce un maggior numero di circuiti allorché la percentuale di bicoppie per frequenze vettrici è superiore al 60 %.

Nel secondo caso, per ottenere lo stesso numero di circuiti, il cavo a stelle risulta di diametro complessivo superiore e quindi più costoso del cavo a D.M.

Si deve tenere presente però che in questo secondo caso il cavo a stelle presenta attenuazione minore in alta frequenza e quindi può permettere collegamenti di maggiore lunghezza a pari numero di amplificatori, oppure risparmio nel numero di amplificatori necessario per collegamenti di lunghezza prestabilita, rispetto al corrispondente cavo a bicoppie D.M.

In conclusione mentre il confronto tra bicoppie di eguale area (per es. stelle a 34 nF/km, D.M. a 38,5 nF/km) può risultare alternativamente vantaggioso per l'uno o per l'altro tipo di cavo a seconda della lunghezza del collegamento, il confronto tra bicoppie aventi eguale attenuazione in alta frequenza (per es. stelle a 34 nF/km, D.M. a 38,5 nF/km) risulta più decisamente vantaggioso per il cavo a stelle dato che già nelle condizioni iniziali di esercizio la percentuale di bicoppie per frequenze vettrici è, generalmente, del 50 % ed è destinata ad aumentare nel tempo.

Queste considerazioni dimostrano già la scarsa convenienza economica di introdurre bicoppie D.M. a bassa capacità tra i tipi di bicoppie usualmente adottati, ma il confronto tra i cavi a stelle ed a D.M. si sposta ancora a favore delle stelle, anche nel primo dei casi esaminati, ove si consideri il vantaggio economico dovuto alle minori difficoltà di bilanciamento, inerenti al mancato sfruttamento dei circuiti virtuali, od alla assenza della pupinizzazione su tali circuiti nel caso del cavo a stelle.

*Memoria N. 230*

### **Circuiti con ammettenze addizionali concentrate regolarmente ricorrenti.**

P. R. DI MARIO

La propagazione di segnali d'informazione su circuiti con costanti uniformemente distribuite ma con ammettenze addizionali inserite lungo la linea assume caratteristiche particolari e non può perciò essere rappresentata analiticamente dalla risoluzione della tradizionale equazione differenziale detta dei telefonisti.

Detti tipi di circuiti trovano tuttora vasta applicazione nel campo ferroviario nei così detti circuiti telefonici selettivi. Tra essi assumono particolare importanza i circuiti del Dirigente Centrale e del Dirigente Unico i quali costituiscono un mezzo prezioso e talvolta indispensabile per regolare la circolazione dei treni. La loro peculiare costituzione ne rende oltremodo delicato il funzionamento particolarmente sulle lunghe distanze per l'impossibilità di dotarli, senza speciali artifici, dei normali organi d'amplificazione.

L'indagine teorica del comportamento di detti tipi di circuiti può farsi considerando i circuiti selettivi costituiti da una catena di quadripoli costituiti alternativamente da tronchi di linea con costanti uniformemente distribuite e dagli apparecchi in derivazione. Da detto esame si rileva che nei circuiti selettivi ferroviari si verifica la comparsa di una frequenza di taglio inferiore oltre a quella di taglio superiore normalmente introdotta dalla pupinizzazione. Ne deriva la opportunità di evitare per detti tipi di circuiti cariche di pupinizzazione pesanti.

Un più completo esame del problema si può ottenere



ricorrendo ai moderni metodi di matematica operativa. Occorre però introdurre qualche semplificazione nel senso di considerare come regolarmente ricorrenti le ammettenze addizionali lungo il circuito. Ricorrendo allora alla trasformata di  $Z$  si possono ricavare delle formule abbastanza semplici che consentono di valutare la lunghezza massima dei circuiti selettivi ferroviari sia per quanto concerne la propagazione della chiamata che della conversazione.

*Memoria N. 201*

### Considerazioni sull'adattamento d'impedenza nella trasmissione guidata.

G. PARMEGGIANI

Nella trasmissione guidata di oscillazioni elettromagnetiche, la compensazione delle riflessioni si traduce nell'adattamento d'impedenza, quando questa si possa definire per la linea di guida.

Un procedimento molto comune, specialmente per le linee con due conduttori, consiste nell'inserire in parallelo alla linea da compensare (stubs) con l'altro estremo in corto circuito.

L'adattamento si mantiene entro limiti soddisfacenti per una data banda di frequenza se, per ogni spezzone, la funzione  $dX/d\omega$  (derivata dalla reattanza d'ingresso rispetto alla pulsazione) soddisfa a certe condizioni, che vengono poste in generale e per il caso, ora frequentissimo, di riflessioni di entità originaria modesta e poco variabile con la frequenza.

La legge secondo la quale  $dX/d\omega$  dipende dai parametri dello spezzone viene dedotta per linee intese in senso ampio, ed analizzata a fondo per linee con due conduttori, sviluppata per le guide d'onda rettangolari.

L'analisi è illustrata graficamente, applicata a soluzioni tecniche particolari, confermata da risultati sperimentali.

*Memoria N. 224*

### Selezione di modi di propagazione in guida d'onda.

I. BUCCI

Nella trasmissione guidata di energia elettromagnetica in guida d'onda è necessario che le guide d'onda siano rese selettive nei riguardi del modo di propagazione. In altre parole si deve fare in maniera che l'energia elettromagnetica possa propagarsi secondo una sola configurazione di campo, determinata fra le diverse possibili, al fine di poter ottenere dai circuiti in guida d'onda quelle caratteristiche per le quali essi sono stati previsti.

In maniera elementare si espongono i concetti secondo i quali vengono dimensionate le guide d'onda per la selezione del modo di propagazione fondamentale, facendo osservare come l'intervallo di frequenze nel quale le guide d'onda possono venire impiegate con selezione del modo fondamentale dipenda dalla forma della sezione della guida d'onda.

La selezione di un determinato modo superiore deve essere invece ottenuta con mezzi diversi dal semplice dimensionamento. Si descrive, quindi, come una guida di onda possa essere resa una linea senza perdite solo per l'energia che si propaga secondo il modo superiore desiderato e una linea con forti perdite per quell'energia che si propaga secondo gli altri modi possibili. Quest'ultima energia quindi viene dissipata e attenuata.

A questo proposito si descrivono due filtri adatti alla selezione di un modo superiore in guida circolare.

Si riporta infine un'applicazione dei filtri selettori di modo fatta in guida rettangolare, per l'eliminazione di energia elettromagnetica di frequenza armonica, generata da componenti non lineari.

Quest'energia, che si propaga secondo modi superiori, viene attenuata da un filtro selettore di modo che lascia inalterata e indisturbata l'energia di frequenza fondamentale propagantesi nel modo fondamentale.

I risultati ottenuti sono stati ottimi.

*Memoria N. 226*

### Combinazione e selezione di oscillazioni guidate nella gamma 900 ÷ 2300 MHz.

B. BASINI

L'utilizzazione di una sola antenna per trasmettere o ricevere più fasci radio a microonde consente di ridurre notevolmente ingombri e costi d'impianto.

Si descrive la costituzione ed il funzionamento di un sistema filtrante che permette di combinare o selezionare sei diverse frequenze, comprese nella gamma 900 ÷ 2300 MHz, corrispondente ad altrettanti fasci radio.

Si espongono poi i risultati ottenuti.

*Memoria N. 205*

### Modulazioni causate nei cavi coassiali dalla corrente per l'alimentazione degli amplificatori.

G. SCHIANNINI

L'energia occorrente per l'alimentazione degli amplificatori dei sistemi coassiali viene trasmessa lungo il cavo sugli stessi conduttori delle coppie coassiali. Questa corrente provoca modulazioni sui circuiti di telecomunicazione, per effetto dei nastri di ferro avvolti sui conduttori tubolari esterni delle coppie coassiali. Da misure eseguite si è rilevato che modulazioni sensibili sono da attendersi sui canali dei sistemi a frequenze vettrici che verranno realizzati in alcuni tratti sui circuiti reali delle bicoppie DM contenute nei cavi. Tali modulazioni non saranno tuttavia di entità tale da dare disturbi apprezzabili in caso di trasmissioni foniche, mentre potranno raggiungere il limite tollerabile per canali di telegrafia armonica su distanze di alcune centinaia di chilometri.

*Memoria N. 206*

### Cavi coassiali di piccole dimensioni con isolamento in polietilene espanso.

R. MONELLI

Il polietilene espanso ha avuto finora la maggiore applicazione nella fabbricazione di coppie coassiali di piccole dimensioni (*coassialini*). I cavi contenenti coassialini si prestano particolarmente per quei collegamenti che non richiedono la potenzialità di circuiti ottenibile con i cavi coassiali normalizzati; essi sono anche utilizzabili con vantaggio per il collegamento in banda video, anche a svariati chilometri di distanza, tra terminali di ponti radio e multiplex telefonici.

Il coassialino finora adottato ha le seguenti dimensioni nominali: conduttore centrale formato da un filo di rame del diametro di 1,15 mm, isolamento in polietilene espanso fino al diametro di 4 mm, conduttore esterno formato da un nastro di rame  $13,6 \times 0,18$  mm con i bordi corrugati e ripiegato longitudinalmente a tubo con diametro interno di 4,14 mm, schermatura formata da due nastri di acciaio dolce  $10 \times 0,1$  mm applicati ad elica, ricoperti infine da due nastri di carta o di materiale plastico.

In un coassialino di tale tipo si possono sfruttare in pieno tutti i vantaggi del polietilene espanso; date le dimensioni dello strato isolante è possibile forzare l'espansione senza difficoltà tecnologiche in modo da ottenere permittività nel filo isolato di circa 1,47, e tale valore corrisponde direttamente alla permittività del coassialino finito.



L'impiego di tali coassiali è stato previsto in sistemi a 300 canali telefonici (5 supergruppi) allocati nella banda 60÷1300 kHz, secondo la normalizzazione del CCITT. Naturalmente un cavo di così piccole dimensioni, e quindi di elevata attenuazione (7,2 dB/km alla massima frequenza) è economicamente accettabile solo adottando ripetitori a transistori, ed infatti si impiegano amplificatori di linea unidirezionali transistorizzati ogni 3,6 km con un coassiale per ogni senso di trasmissione. Per note considerazioni di natura geometrica sul costo del cavo, conviene adottare una formazione con quattro coassiali, capace quindi di convogliare due sistemi a 300 canali per complessivi 600 canali telefonici. Negli interstizi fra i quattro coassiali si dispongono di solito 5 coppie di servizio isolate in polietilene solido.

Un cavo come quello descritto, completato da una corona di bicoppie D.M. con conduttori da 0,9 mm isolata in carta, sotto piombo e con guaina protettiva di p.v.c. è stato adottato dalla Amministrazione delle Poste e Telecomunicazioni per la costituzione di una rete in Sardegna.

Nella memoria vengono riportate e illustrate le varie caratteristiche elettriche, in particolare l'attenuazione in funzione della frequenza e della temperatura.

Le caratteristiche dei coassiali in polietilene espanso sono tali da permetterne l'utilizzazione per sistemi telefonici di qualità anche su distanze dell'ordine dei 2500 km, pari cioè alla lunghezza del circuito di riferimento del CCITT. È pertanto da prevedere che i coassiali, date le loro modeste dimensioni, troveranno largo impiego sia da soli sia in cavi misti contenenti quarte a stella per frequenze vettrici oppure coppie coassiali normalizzate.

### 3. Sistemi ed apparecchiature per la trasmissione delle informazioni.

#### 3 a) Via filo.

Memoria N. 208

#### Cenni illustrativi sulla rete telegrafica delle F.S.

L. LEGA - E. TOSI

L'Azienda Autonoma delle F.S. provvede alle sue necessità di collegamenti telefonici e telegrafici con impianti raggruppati in tre ordini di reti:

— una rete telefonica a grande e media distanza, in teleselezione automatica, che assicura le relazioni fra Centro e Periferia necessarie alla conduzione dell'Azienda, sia nell'ambito dei singoli Compartimenti che sul piano nazionale;

— una rete telegrafica a telescriventi che smaltisce un traffico di caratteristiche e origine analoghe a quello affidato alla rete telefonica teleselettiva, ricoprente l'intero territorio nazionale;

— una rete di brevi circuiti riservati agli addetti alla circolazione dei treni, al personale viaggiante, agli impianti di alimentazione della trazione elettrica ed alla manutenzione della strada ferrata.

La rete in teleselezione si compone a sua volta di tre ordini di impianti, distinguibili in:

— reti locali, costituite da una centrale, con eventuali satelliti, installata in un centro ferroviario di qualche importanza e con utenze dislocate lungo le linee che da esso si dipartono, quali stazioni, sottostazioni elettriche, officine, ecc.;

— reti compartimentali, che collegano le reti locali di ciascun Compartimento;

— rete intercompartimentale, che si sviluppa fra i Centri di Compartimento e la Direzione Generale, e consente la interconnessione di tutto il complesso sistema.

Per la teleselezione vengono impiegati sistemi a fre-

quenza fonica e sistemi fuori banda a 3825 p/s per le giunzioni intercompartimentali, a impulsi induttivi su quelle compartimentali e a corrente continua, per il collegamento delle centrali delle reti locali.

L'intera rete implica la connessione in catena di più circuiti, l'attenuazione e la stabilità dei collegamenti sono controllati e garantiti secondo un piano generale di distribuzione degli equivalenti, che stabilisce a 4 N il massimo ammesso fra due posti utenti qualunque.

Quale criterio di numerazione è usato il sistema dei « Prefissi », in base al quale ogni centrale è caratterizzata da terne di cifre nelle quali la prima cifra 9 determina l'accesso alle giunzioni intercompartimentali, la prima cifra 8 a quelle compartimentali e le restanti caratterizzano il traffico locale.

Per ragioni di economia solo gli utenti di maggior importanza hanno libero accesso a tutta la rete: gli altri sono parzializzati singolarmente, vale a dire che, pur essendo chiamabili senza limitazioni, possono effettuare chiamate solo verso le reti per le quali sono espressamente abilitati.

La rete F.S. dev'essere completata dovendosi ritenere presentemente sviluppata per circa l'80 % della sua estensione territoriale e per il 60 % del suo equipaggiamento di linea.

I collegamenti telefonici lungo linea per l'espletamento dell'esercizio ferroviario comprendono i collegamenti per il controllo della circolazione dei treni da parte dei Dirigenti Centrali e Unici, del tipo con chiamata codificata di impulsi di corrente continua (dispatching) effettuata da un posto centrale permanentemente in ascolto verso tutte le utenze di linea che si annunziano semplicemente alla voce, i collegamenti di sussidio agli impianti di blocco, a chiamata manuale, i collegamenti tra stazioni consecutive a servizio degli impianti di trazione elettrica nelle singole tratte da stazione a stazione e delle SSE, realizzati con telefoni selettivi con chiamata a mezzo disco combinatorio o pulsanti.

La rete in telegrafia celere è costituita da 4 centrali automatiche con selezione a tastiera e 12 manuali che collegano circa 200 telescriventi.

Le giunzioni fra centrali sono realizzate con canali di telegrafia armonica generalmente istradati su cavi o linee aeree F.S.

Sia le centrali, che i sistemi di telegrafia armonica e le macchine funzionano sulla base delle prescrizioni CCITT e tutto il sistema è tendenzialmente anche organizzato per la futura trasmissione di segnali di comando di impianti di prenotazione posti e di contabilità meccanografica.

Tutti gli impianti citati, di proprietà delle F.S., sono affidati in manutenzione a personale ferroviario opportunamente istruito e addestrato che opera seguendo precise norme di controllo, di regolazione e di manutenzione secondo determinati criteri di ciclicità.

Memoria N. 241

#### Modulazione angolare e modulazione di ampiezza nei sistemi a frequenze vettrici per brevi distanze.

R. RUBINI

La memoria esamina la possibilità di adottare la modulazione angolare per modulare i singoli canali telefonici in collegamenti su cavo o linea aerea.

La trattazione teorica è stata perciò limitata agli aspetti che più interessano la tecnica delle frequenze vettrici per brevi distanze.

In particolare interessa la diafonia intelligibile fra canali di uguale portante: poichè tale diafonia si riduce aumentando la deviazione di fase  $\eta$ , ci si propone di stabilire fino a che punto si può spingere la  $\eta$  e quali miglioramenti si ottengono rispetto ai sistemi con modulazione di ampiezza.



Innanzitutto si stabilisce la massima deviazione di fase ammissibile in funzione della larghezza di banda a disposizione di ciascun canale. A tale scopo si studia la distorsione conseguente alla limitazione della banda trasmessa, impiegando opportune formule approssimate: si ottengono così le curve di preenfasi per tre differenti larghezze di banda, che coprono il campo delle bande praticamente utilizzabili.

Viene esaminato quindi teoricamente l'andamento della diafonia intelligibile: si trova che il disturbo si comporta come se attraversasse un quadripolo non lineare. Si prende quindi in considerazione il segnale telefonico complesso e si cerca di stabilire, sulla base dello studio precedente e delle curve di preenfasi calcolate, l'entità dell'effettivo disturbo di diafonia intelligibile per il caso di una normale conversazione telefonica.

I risultati ottenuti vengono confrontati con le note corrispondenti proprietà della modulazione in ampiezza, senza o con compressione della dinamica.

Si termina esaminando le più importanti differenze che si presentano nella realizzazione di sistemi secondo i due tipi di modulazione, confrontando le difficoltà tecniche ed i risultati pratici ottenibili.

In appendice sono ricavate le formule approssimate per il calcolo delle distorsioni in modulazione angolare dovute alla limitazione della banda trasmessa.

Memoria N. 238

### Collegamenti telefonici ad onde convogliate sulla rete primaria F. S.

F. BRICCA

Ai molteplici compiti cui deve assolvere il complesso di telecomunicazioni al servizio di una grande rete ferroviaria se ne vengono ad aggiungere altri non meno importanti quando per l'evoluzione del progresso e per ragioni anche di ordine economico viene disposta e realizzata la elettrificazione della stessa.

Il complesso di impianti di produzione, trasporto, trasformazione, con i quali si provvede alla alimentazione delle sottostazioni di conversione, presenta aspetti molto simili a quelli delle grandi Aziende Elettriche industriali.

È noto che tra i più importanti fattori che determinano il grado di economia, sicurezza e continuità di esercizio di una rete primaria di trasporto e delle relative fonti di alimentazione è da considerare la centralizzazione del servizio, la cui efficienza a sua volta dipende in larga misura dalla possibilità di disporre di telecomunicazioni rapide e tempestive.

Da molti anni fra le soluzioni tecniche più convenientemente impiegate per tale scopo ha trovato larga applicazione la telefonia a frequenze vettrici che utilizzano come supporto gli stessi elettrodotti A.T. che costituiscono la rete primaria, tecnica comunemente nota come « telefonia a onde convogliate ».

Scopo della memoria è di illustrare quanto è stato realizzato dall'Azienda F.S. in tale campo, per il servizio della rete primaria F.S. e del « Ripartitore del Carico ».

Ricordati in un breve cenno i principi tecnici fondamentali, si passa ad illustrare l'origine, lo sviluppo attuale e quello prevedibile della rete telefonica a « onde convogliate » delle F.S.

Sono posti in rilievo alcune particolari caratteristiche di impianti più recenti ed in genere il carattere complementare di tale mezzo rispetto al complesso, più vasto, delle telecomunicazioni al servizio della rete ferroviaria.

Memoria N. 228

### Moderni sistemi ed apparati di telecomando.

A. REMBADO

La sicurezza di trasmissione, requisito fondamentale

per un impianto di telecomando, viene perseguita con criteri e modalità differenti dalle diverse categorie di sistemi di teletrasmissione.

Nelle « trasmissioni selettive ad esplorazione ciclica », utilizzanti in genere segnali elementari non codificati, la sicurezza viene affidata sostanzialmente al controllo del sincronismo delle commutazioni cicliche in emissione ed in ricezione.

Per contro, i criteri di sicurezza adottati dalle « trasmissioni autoselettive in codice » possono esser ricondotti tutti a due tipi fondamentali:

— uno, impiegato dalla quasi totalità dei sistemi tradizionali, affida al cosiddetto controllo di ritorno (check back) la verifica della coincidenza del messaggio ricevuto dalla destinazione con il messaggio emesso dalla sorgente ed a tale accertamento condiziona l'esecuzione della relativa operazione di comando o segnalazione;

— un altro, di concezione ed impiego assai più recente, mira a garantire direttamente l'esattezza delle trasmissioni rendendo i segnali infalsificabili e, quindi, intrinsecamente sicuri, mediante l'impiego di codici sistematici ad autorivelazione d'errore.

Purché correttamente attuato, il « controllo di ritorno » consente indubbiamente di attingere un soddisfacente grado di sicurezza anche con trasmissioni che, per esser basate sull'impiego di codici utilizzanti tutte le possibilità matematiche delle cifre impiegate (codici generici), risultano di per sé poco o nulla protette contro eventuali alterazioni dei segnali.

Il controllo di ritorno introduce peraltro un notevole rallentamento nella trasmissione ed espone i segnali alle perturbazioni per un tempo maggiore, il che, pur non interessando la sicurezza, si traduce per l'impianto in un aumento statistico delle probabilità di disservizio.

Questi inconvenienti spiegano i recenti orientamenti verso l'impiego di codici che, nella formulazione dei segnali, utilizzano, in base a condizioni restrittive sistematiche, solo una parte delle possibilità matematiche offerte loro dalle cifre impiegate (codici autoverificanti o ad autorivelazione d'errore).

Con i codici binari l'autorivelazione d'errore viene normalmente conseguita ricorrendo ai « controlli di parità ».

Maggiori possibilità di realizzare segnali a prova di un elevato numero di errori, nonchè di attuare efficaci controlli di autenticità sui segnali ricevuti, offrono i codici utilizzanti cifre a più di due valori, ed in particolare modo quelli fra essi che fanno esclusivamente uso di cifre tutte significative e non ripetute.

Sull'impiego di codici di questo tipo sono basati i sistemi di teletrasmissione, l'uno a relè elettromagnetici l'altro a componenti elettronici, di cui la CEIET è licenziataria per l'Italia dalla CSEE di Parigi: la memoria ne illustra i principi informatori ed i più importanti elementi realizzativi.

Memoria N. 229

### Nuovi procedimenti ed apparecchiature di telemisura.

A. REMBADO

È noto come la totalità o quasi dei sistemi di telemisura tradizionali si avvalga di trasmissioni di tipo analogico a carattere continuo: il principio è quello di mantenere in linea un segnale opportuno, un parametro del quale segua in modo continuo le variazioni nel tempo della grandezza in misura. I parametri maggiormente utilizzati sono: la frequenza di correnti alternate (sistemi a « variazione di frequenza ») o la cadenza di trasmissione di segnali impulsivi (sistemi « a frequenza d'impulsi »).

Da qualche anno a questa parte si sono andate sviluppando ed affermando nuove tecniche di telemisura basate sulla quantizzazione delle funzioni continue d'informazione nel tempo, in ampiezza od in entrambe le variabili.



Con la quantizzazione nel tempo, non si misura in modo continuo l'ampiezza della funzione originaria d'informazione, ma se ne prelevano dei *campioni* ad intervalli costanti di tempo e si inviano in linea, con la stessa cadenza, segnali impulsivi atti a consentire in ricezione la ricostruzione nel tempo dell'ampiezza del segnale originario. Naturalmente la cadenza di scansione degli impulsi deve essere nota alla determinazione, il che si ottiene attuando con mezzi opportuni il sincronismo fra trasmettitore e ricevitore.

Alla trasmissione continua viene così sostituita una trasmissione « discreta nel tempo »; nell'intervallo fra un segnale e l'altro di una data comunicazione possono essere inseriti altri segnali relativi ad altre informazioni, ottenendo in tal modo la moltiplicazione a divisione di tempo del circuito di trasmissione.

I segnali « campionati nel tempo » possono essere modulati in modo continuo dall'ampiezza del segnale originario: è quanto fanno i sistemi di trasmissione a *divisione di tempo di tipo analogico*. La modulazione degli impulsi unitari di trasmissione è in tal caso realizzabile « in ampiezza », « in durata » od « in posizione ».

Con la quantizzazione in ampiezza, il segnale continuo originario, rappresentante l'informazione da trasmettere, viene riferito ad un *numero finito di livelli* a ciascuno dei quali si fa corrispondere un ben determinato valore di un parametro del segnale di trasmissione. Detto parametro può essere l'« ampiezza » o la « durata » di un segnale impulsivo unitario, o, meglio, un « numero di impulsi » od una « combinazione di impulsi in codice ».

Gli impulsi unitari od i treni di impulsi costituenti i segnali di trasmissione non vengono sganciati a cadenza fissa, ma in corrispondenza degli istanti in cui la grandezza in esame si trova ad assumere un valore pari ad un nuovo livello normalizzato.

In ricezione il segnale quantizzato non viene demodulato ma *riconosciuto* ed il suo riconoscimento consente di ricostruire l'ampiezza del segnale d'origine.

Si ottengono in tal modo le trasmissioni quantizzate in ampiezza che vengono normalmente indicate col termine di *trasmissioni digitali* (o numeriche).

I sistemi digitali consentono, entro certi limiti, la separazione dei disturbi dai segnali di trasmissione e quindi la « rigenerazione » di questi ultimi.

In effetti, finché i disturbi non raggiungono un'ampiezza tale da impedire il corretto riconoscimento dei segnali, l'informazione può venire ricostruita come se i disturbi non esistessero.

Tale insensibilità ai disturbi consente l'impiego di *linee molto « rumorose »*, altrimenti inutilizzabili, mentre la possibilità di rigenerare i segnali e, quindi, di evitare l'accumulo dei disturbi in linea, rendono la *qualità di un collegamento praticamente indipendente dalla sua lunghezza*.

Infine, quantizzando la funzione d'informazione sia in ampiezza che nel tempo si ottengono i sistemi « *a segnali digitali campionati nel tempo* »; tali sistemi assommano, almeno in linea di principio, i vantaggi e le contropartite delle trasmissioni « analogiche a divisione di tempo » e « digitali ».

Sull'impiego dei suaccennati criteri di trasmissione si basano i diversi sistemi di telemisura di cui la CEIET è la licenziataria per l'Italia della CSEE di Parigi; la memoria ne illustra brevemente i procedimenti e le apparecchiature.

Memoria N. 217

### Trasmissione degli impulsi di teleselezione completamente statica nei sistemi a frequenze vettrici.

G. TAMBURELLI

Viene innanzitutto esaminata l'evoluzione della tecnica

di trasmissione degli impulsi nei sistemi per frequenze vettrici e viene posta in rilievo la convenienza di sostituire gli attuali relè telegrafici, usati per la restituzione degli impulsi, con dispositivi statici. Questa convenienza si manifesta, in sede di progetto, anche per i relè ad ampolla, poichè si conseguono sensibili vantaggi per la miniaturizzazione e, prevedibilmente in futuro, per la riduzione del costo. Inoltre l'attuazione di una trasmissione degli impulsi completamente statica permette di attuare l'importante risultato di rendere completamente elettroniche le apparecchiature per la trasmissione, premessa questa molto importante da attuare in vista dell'uso di centrali automatiche di tipo elettronico.

Viene inoltre posto in evidenza che la possibilità di attuare dei relè statici di restituzione degli impulsi si deve essenzialmente all'avvento del transistor.

Indi vengono esaminate le difficoltà che si incontrano nell'uso dei relè statici coll'attuale situazione dei collegamenti colle centrali automatiche teleselettive. Difficoltà che consistono nei valori elevati di tensione applicata e di potenza dissipata che si manifestano nel relè statico.

Vengono di conseguenza discussi gli accorgimenti da adottare per superare tali difficoltà e vengono presentate varie soluzioni, delle quali le tre più importanti sono le seguenti:

1) Uso di un transistor di adeguate caratteristiche; soluzione questa tecnicamente vantaggiosa ma poco economica.

2) Uso della tensione di 24 V in luogo di quella a 60 V per il relè della centrale automatica che deve ricevere gli impulsi di teleselezione; soluzione questa molto economica ma che richiede l'effettuazione di modifiche nella centrale automatica.

3) Uso di adatte disposizioni di transistor. Questa soluzione è pure economica, ma risulta complicata e richiede l'effettuazione di modifiche nelle apparecchiature.

Viene infine accennato alle applicazioni effettuate della soluzione 2), tutte con esito soddisfacente, ed a quelle in programma delle soluzioni 2) ed 1).

### 3 b) Via radio.

Memoria N. 253

### Moderne realizzazioni di ponti radio a grande capacità di trasmissione.

G. MONTI GUARNIERI

Il progresso nella tecnica dei ponti radio è ancora in una fase di così rapida ascesa da far considerare « superati », tecnicamente ed industrialmente, gli apparati che solo 3-4 anni or sono erano considerati modernissimi.

Questo rapido progresso obbliga a considerare con attenzione la convenienza di mettere in servizio nuovi apparati, più efficienti e più economici di fronte ai noti ed evidenti vantaggi della normalizzazione.

Questa instabilità della tecnica dei ponti radio è un evidente indice di esuberante vitalità che va contenuta nei limiti dettati da esigenze economiche e pratiche.

Dopo che era stato progettato il sistema FV<sub>5</sub> della Magneti Marelli installato nel ponte Roma-Pescara (1957) è apparso un nuovo componente, l'*isolatore a ferrite*, che ha risolto brillantemente numerosi problemi di adattamento che si presentavano nel campo delle microonde. Questi isolatori eliminano praticamente le riflessioni lungo le linee di trasmissione RF e pertanto agiscono sul ritardo di transito  $\tau = \rho \Delta t$  ( $\rho$  = coefficiente di riflessione;  $\Delta t$  = tempo di ritardo della riflessione) che è un fattore molto importante nella intermodulazione.

L'uso di questi isolatori a ferrite ha permesso una notevole semplificazione dei circuiti e di conseguenza una corrispondente riduzione di ingombro e dei costi di esercizio o manutenzione.



Negli apparati del sistema FV7 che costituiscono un perfezionamento di quelli del sistema FV5 si è potuto eliminare uno stadio di amplificazione a RF con tubo ad onde progressive ottenendo una riduzione di ingombro che ha permesso di ridurre l'apparato trasmettente-ricevente in un solo armadio ivi compresa l'alimentazione.

In questi apparati sono incluse altre notevoli innovazioni quali la trasmissione della TV con valor medio nullo e l'introduzione di particolari filtri di 2<sup>a</sup> armonica per eliminare pericolose riflessioni.

Con questi perfezionamenti si è ottenuta una capacità di trasmissione di 600 canali TF con notevole margine sui limiti di qualità raccomandati dal CCIR, e nello stesso tempo si sono raggiunti considerevoli vantaggi di minore ingombro e basso costo di esercizio e manutenzione.

Per realizzare la capacità di trasmissione di 960 canali TF il sistema precedente è stato sottoposto ad un'ulteriore rielaborazione per ottenere le maggiori prestazioni richieste.

Dalla relazione  $R_t = \frac{S}{W_r} K T B N_f \left( \frac{f_m}{\Delta f} \right)^2$  che dà il rumore termico  $R_t$  in funzione della potenza PF ricevuta  $W_r$ , dal fattore di rumore  $N_f$ , della frequenza modulante  $f_m$  e della relativa deviazione  $\Delta f$  si riconosce che il parametro sul quale si può agire con maggiore efficacia è  $W_r$  cioè bisogna aumentare la potenza di trasmissione sino a mantenere  $\frac{f_m^2}{W_r}$  al valore prestabilito.

Poichè per passare da 600 a 960 canali TF l'aumento della frequenza modulante è di circa 4 dB  $\left( \frac{4028 \text{ kHz}}{2540 \text{ kHz}} \right)$

anche la potenza di trasmissione deve crescere sullo stesso rapporto, cioè deve giungere a non meno di 4 W.

Inoltre la banda occupata dalla modulazione è maggiore di circa il 40 % e per di più la potenza dell'intermodulazione è proporzionale al quadrato della massima frequenza modulante, che è come si è visto di 4 dB superiore.

Questa situazione impone quindi severe precauzioni nei riguardi delle variazioni del ritardo di transito in una banda notevolmente larga.

Queste precauzioni hanno richiesto un accurato lavoro di revisione e di affinamento praticamente in tutti i circuiti RF ed IF ottenendo un risultato che rispetta interamente le condizioni che erano state imposte.

I nuovi apparati FV.14 usano per trasmissione il TPO Philips 2EO capace di dare oltre 8 W, limitati nel funzionamento pratico a circa 5 W. I circuiti di IF danno una variazione di ritardo di transito molto piccolo e per di più molto costante fra i singoli apparati e nel tempo cosicchè è stato possibile ottenere con opportuni equalizzatori di fase una distorsione totale molto piccola.

Questi apparati sono stati prescelti in una gara internazionale per la costituzione del ponte Sydney-Canberra, Wollongong (Australia).

Memoria N. 234

### Moderni ponti radio a microonde di media capacità.

E. VITI

Viene esaminata una particolare categoria di ponti radio a microonde e precisamente i ponti radio a modulazione di frequenza in cui il segnale R.F. è generato da un oscillatore, normalmente un clistrom, modulato in frequenza dal segnale che deve essere trasmesso. Si tratta di apparati circuitualmente assai semplici i quali tuttavia presentano un grande interesse per due ragioni:

1) Allo stato attuale della tecnica è possibile con apparato di questo tipo trasmettere una quantità di in-

formazioni veramente notevole (600 ed oltre canali telefonici oppure un canale TV con il canale del suono associato).

2) La banda di frequenza a disposizione per apparati di questo tipo è molto cospicua (varie migliaia di MHz). Questo fatto, aggiunto alla notevole direttività delle antenne, che permette di ripetere le stesse frequenze di trasmissione nella stessa zona senza pericolo di interferenze, rende possibile una « densità » di informazione trasmessa assai elevata.

Viene fatto un esame di questi apparati esaminando in particolare i fattori che ne possono limitare la capacità di trasmissione: intermodulazione dovuta a mancanza di linearità, rumori spuri dei clistrom ecc.

Si passa quindi alla descrizione di alcuni apparati dando per ciascuno le principali caratteristiche elettriche e funzionali.

Memoria N. 248

### Gli amplificatori molecolari: un nuovo mezzo per la ricezione di segnali molto deboli.

A. PISTILLI

Si esaminano le esigenze tecniche che hanno determinato la ricerca, nella gamma delle alte ed altissime frequenze, di nuovi sistemi amplificatori che consentano la realizzazione di ricevitori particolarmente sensibili. Successivamente si mette in luce come i maser ed i mavar abbiano recentemente condotto alla soluzione del problema.

Si descrivono poi i principi fisici e la tecnologia dei maser. In particolare si esaminano le condizioni necessarie affinché si possa ottenere da un cristallo paramagnetico una emissione stimolata di energia. Si puntualizzano inoltre le esigenze della bassa temperatura e della diluizione degli ioni paramagnetici attivi in una sostanza diamagnetica allo scopo di aumentare il tempo di rilassamento, nonché l'effetto del campo magnetico continuo applicato esternamente per conseguire la voluta orientazione dei momenti dei dipoli magnetici molecolari e la conseguente energia di posizione relativamente alla frequenza di risonanza prescelta.

Si analizzano in particolare i maser a tre livelli e si ricavano le espressioni analitiche del guadagno, della larghezza di banda, della potenza d'uscita.

Si descrivono inoltre i cristalli in uso e si analizzano alcune realizzazioni e disposizioni costruttive tipiche dei sistemi maser.

Si espongono poi i principi fisici di funzionamento dei mavar e si analizzano le proprietà dei mavar senza inversione di banda, dei mavar ad inversione di banda e dei mavar degeneri.

Si descrivono inoltre alcune tipiche realizzazioni e disposizioni costruttive di sistemi mavar.

Un'analisi comparativa fra sistemi maser e sistemi mavar completa lo studio.

Memoria N. 223

### La propagazione a radio frequenza, banda 7125 ÷ 7750 MHz.

A. BRUNO

Vengono esaminati i risultati delle registrazioni di campo in ricezione effettuate contemporaneamente nella 5<sup>a</sup> Zona telefonica, in concessione alla SET, su più ponti radio in servizio. I dati sperimentali così ricavati, separatamente per percorsi terrestri o su mare, vengono confrontati con i dati di calcolo, previsti nelle nuove norme emanate dall'Istituto Superiore Poste e Telecomunicazioni.



*Memoria N. 232*

## Studio su modelli a microonde della propagazione magneto-ionica di segnali VLF.

D. FORMATO - A. GILARDINI

È noto che segnali di bassissima frequenza (alcuni kHz) si possono propagare attraverso la regione più esterna della ionosfera seguendo le linee di forza del campo magnetico terrestre: è così possibile trasmettere tra punti della superficie terrestre che, in emisferi opposti, si trovino sulla stessa linea di forza magnetica.

Uno studio teorico e sperimentale è stato sviluppato per determinare i modi di propagazione in un plasma cilindrico, immerso in un campo magnetico assiale, rettilineo o curvo. Lo studio sperimentale è stato eseguito a microonde, per avere rapporti tra le dimensioni e la lunghezza d'onda analoghi al caso ionosferico. Si è osservata l'esistenza della propagazione di tipo magneto-ionico in un plasma di neon e se ne sono esaminate e discusse le principali caratteristiche.

L'analisi svolta mostra che la propagazione di segnali a bassissima frequenza con le caratteristiche più comunemente osservate richiede una ionosfera prevalentemente omogenea; taluni tipi di propagazione, irregolarmente presenti, possono invece essere interpretati come dovuti a condotti ionici geometricamente definiti e generati da nubi di gas ionizzati provenienti dal sole.

*Memoria N. 216*

## Prove di radiopropagazione a 4000 Mc/s nella pianura padana su una tratta di lunghezza eccezionale.

L. BONAVOGLIA

La radiopropagazione fra punti in visibilità avviene in generale alternando periodi con trasmissione stabile, in cui il segnale ricevuto è molto vicino a quello che si avrebbe nello spazio libero, a periodi con trasmissione molto variabile che presenta sia innalzamenti sia forti abbassamenti in confronto della suddetta trasmissione.

I periodi di trasmissione instabile sono dovuti di massima a fenomeni interferenziali fra diverse vie di propagazione create da riflessioni, oppure sono causati da incurvature del raggio diretto dovute ad anormale condizioni del gradiente dell'indice di rifrazione dell'atmosfera.

La durata relativa dei periodi instabili cresce con il crescere della frequenza e della lunghezza del collegamento; si è ritenuto perciò interessante svolgere una serie di misure di propagazione su una tratta molto lunga e su frequenza elevata.

La tratta prescelta, Milano-MonteBeigua (presso Savona), di 124 km presenta una zona piana presso Milano in cui le forti formazioni nebbiose e le inondazioni periodiche per la cultura del riso comportano la probabilità di forti riflessioni.

Le registrazioni del campo ricevuto a Milano sulla frequenza di circa 4 000 Mc/s, condotte per la durata di un anno, hanno mostrato che, specialmente in inverno, i periodi di trasmissione instabile erano di durata relativa considerevole. L'analisi dei risultati ha mostrato un andamento stagionale marcato. In estate la trasmissione si comporta per la tratta di 124 km come per le tratte normali di 40-60 km, cioè con fading profondi all'alba e al tramonto, e con propagazione stabile nell'ultima mattina e nelle prime ore pomeridiane; in inverno la trasmissione sulla tratta di 124 km è molto diversa da quella di tratte normali in quanto per lunghi periodi (anche qualche ora) si ha un abbassamento notevole e graduale della trasmissione. Questo avviene di preferenza nelle ore del mattino.

Oltre alle prove di trasmissione a 4 000 Mc/s, sono state

anche eseguite numerose prove con un sistema ricevente a diversità spaziale; le prove sono state condotte confrontando il segnale ricevuto su una antenna con il migliore fra i segnali ricevuti sull'antenna stessa e l'altra antenna del sistema di diversità, situate sulla stessa verticale a circa 4 m di distanza.

Il risultato delle prove ha mostrato che nei periodi di fading interferenziali riconoscibili per gli abbassamenti bruschi di livello susseguenti a un certo innalzamento, il sistema di diversità comporta un netto miglioramento (10-15 dB) sui minimi ricevuti in assenza di diversità, mentre nei periodi di ricezione bassa ma stabile, la ricezione in diversità non comporta miglioramento apprezzabile.

*Memoria N. 209*

## Collegamenti radio al servizio delle ferrovie.

F. SALMI

Si riferisce brevemente sulle applicazioni che gli impianti radio hanno nella Azienda Autonoma delle Ferrovie dello Stato.

Poiché le necessità del traffico telegrafico non possono in genere essere soddisfatte dalle reti delle P.T. e delle concessionarie, le Ferrovie hanno dovuto crearsi una rete indipendente.

Tale rete rimase molto danneggiata nel corso dell'ultima guerra e durante i delicati lavori di riattivazione venne deciso di installare numerosi impianti radio a sussidio e complemento delle comunicazioni in cavo ed in linea aerea.

Vennero così realizzate la rete intercompartimentale, collegante la Direzione Generale in Roma con tutte le Sedi Compartimentali e la rete della Trazione Elettrica, collegante la Direzione Generale in Roma con i principali centri di produzione e smistamento dell'energia utilizzata per la trazione elettrica.

Tali reti, costituite con apparati da 500 W, hanno svolto un intenso traffico ed ora, essendo state riattivate ed in parte ampliate le reti in cavo ed in linea aerea, sono utilizzate solo parzialmente e tenute di riserva.

Altre reti di minore importanza sono state realizzate in Sicilia ed in Sardegna per il collegamento fra Depositi Locomotive e nei Compartimenti di Roma, Napoli, Bari, Reggio Calabria e Bologna per il collegamento fra località sprovviste di normali collegamenti su filo o soggette a rimanere isolate per motivi atmosferici.

Sono inoltre state realizzate 5 stazioni radio autocarrate per pronti interventi in caso di gravi interruzioni causate da alluvioni, frane o disastri.

Tutti gli impianti precedentemente elencati sono realizzati con apparati normali a modulazione di ampiezza, funzionanti nel campo delle onde corte.

Negli ultimi anni sono stati anche realizzati impianti di tipo speciale, funzionanti nel campo delle onde ultracorte, a modulazione di frequenza o dotati di caratteristiche particolari.

Fra questi vengono citati gli impianti per comando locomotori di spinta negli Scali Smistamento di Milano, Torino e Roma, gli apparati portatili usati per collegamento fra dirigenti ed agenti addetti alla spunta dei carri negli scali Smistamento di Milano, Bologna e Roma, gli apparati portatili usati per i collegamenti fra squadre operai sia in linea che sui piazzali, gli apparati selettivi delle Navi Traghetto e delle Stazioni Marittime dello Stretto di Messina, i ponti radio in servizio fra Reggio Calabria e Messina.

Viene infine fatto cenno alle esperienze di collegamento fra treni e stazioni, per cui si rimanda ad una precedente memoria e per cui viene preannunciata una relazione specifica.



### Sulla scelta delle onde elettromagnetiche per le trasmissioni con i veicoli spaziali e tra di essi.

S. SILLENI

La trasmissione tra la Terra ed un veicolo spaziale od un satellite relè dipende fortemente dalla presenza dell'atmosfera. Questa offre — nell'intera gamma delle onde elettromagnetiche finora esplorata — alcune « finestre » al di fuori delle quali il collegamento richiederebbe potenze proibitive. Tra queste finestre la più utilizzabile attualmente è anche assai impiegata per trasmissioni terrestri. Ne consegue la necessità di accurato coordinamento e l'opportunità di far cessare l'emissione dei veicoli spaziali ad alimentazione permanente quando cessa la loro utilità.

Per le stesse ragioni, è conveniente che la trasmissione tra veicoli spaziali avvenga mediante onde per le quali l'atmosfera è opaca.

L'esame di diversi altri fattori, ai quali si accenna, può suggerire una scelta più particolareggiata; sempre peraltro entro i limiti dianzi indicati.

Si riportano alcuni diagrammi del rapporto segnale/rumore e delle potenze occorrenti per trasmissioni tipiche dell'informazione alle diverse portate occorrenti entro il sistema solare.

### 3 c) Sistemi vari.

#### Informazioni trasmesse dai treni.

F. TOLOTTI

Le informazioni trasmesse dai treni riguardano di solito la posizione momentanea dei convogli in linea, ma vi sono impianti in cui si utilizzano altresì informazioni sull'identità dei treni in viaggio, le quali possono avere per oggetto il numero distintivo del treno, oppure possono limitarsi alla destinazione, all'origine o a qualche altra caratteristica del treno stesso.

Tali informazioni si impiegano talora soltanto sotto forma di indicazioni ottiche o acustiche, e sono fatte pervenire agli agenti che manovrano gli impianti fissi (dirigenti delle stazioni, deviatori, guardabarriere), al fine di permettere la tempestiva esecuzione delle varie operazioni occorrenti per il passaggio dei treni, oppure sono raccolte nell'Ufficio di un Dirigente Centrale preposto a tutta una linea, onde consentire una regolazione ottima del traffico. In questo secondo caso, le informazioni richiedono un sistema di teletrasmissione a codice o equivalente, che viene per lo più utilizzato anche in senso inverso, ossia come mezzo per l'invio di comandi da parte del Dirigente Centrale alle stazioni e ad altre località periferiche.

Negli impianti moderni le informazioni vengono però sovente impiegate in modo da determinare direttamente i comandi necessari, sì da conseguire il funzionamento totalmente o parzialmente automatico dell'installazione. I vantaggi che ne derivano riguardano una grande snellezza del servizio reso e un alleggerimento dei compiti degli agenti umani, a cui spesso si accompagnano notevoli economie di esercizio.

A questo proposito l'A. descrive sommariamente talune recenti realizzazioni delle Ferrovie dello Stato, fra cui si comprendono un gruppo di dispositivi per la protezione automatica dei passaggi a livello, e, in particolare, l'impianto del Dirigente Centrale Operativo nel nodo ferroviario di Bologna, che formerà oggetto di una visita dei partecipanti alla LXI Riunione Annuale.

### Organizzazione dei servizi di telecomunicazione in una società elettrica.

C. RICCIARDI

Il compito di vitale importanza affidato ad una Società Elettrica di produzione e distribuzione richiede una capillare organizzazione dei servizi di comunicazione.

Tali servizi debbono rispondere a ben precisi requisiti: occorre cioè che siano rapidi, diretti, sicuri.

La rapidità dei collegamenti si rende preziosa tutte le volte che vi è da fronteggiare un disservizio e predisporre quindi tutte le manovre di emergenza necessarie.

Così la necessità di collegamenti diretti è imposta onde evitare interferenze e disagi sempre dannosi agli effetti del servizio elettrico.

La sicurezza del servizio è richiesta per consentire le comunicazioni in ogni circostanza, anche la più disagiata.

Tutte queste esigenze consigliano l'adozione di una rete autonoma di comunicazione.

Tale rete va accuratamente studiata in considerazione dell'elevato numero di informazioni richieste per il corretto funzionamento della rete di energia. Oltre le normali comunicazioni telefoniche vanno infatti considerati tutti gli speciali servizi che normalmente comporta l'esercizio di una rete elettrica e cioè le telemisure, le telesegnalazioni, i telecomandi, le teleprotezioni, le telescriventi.

I collegamenti in una rete di telecomunicazioni così particolare vengono realizzati oltre che con il modesto ma tuttora prezioso doppino telefonico, anche mediante mezzi molto moderni come ad esempio i sistemi ad onde convogliate ed i ponti radio.

È compito del progettista comporre i vari elementi a seconda del loro « optimum » di utilizzazione onde ottenere un complesso economico e funzionale ad un tempo.

Una rete di comunicazione al servizio di una Azienda Elettrica possiede in generale un centro direzionale cui fanno capo i centri satelliti come ad esempio centrali, sottostazioni ecc.

Connettendo questi ultimi si realizza una rete primaria che dipende ovviamente dal centro direzionale onde garantire l'unicità del comando.

Ogni centro possiede una propria rete di utenti rappresentati da posti di manovra, posti di guardia, cabine, mezzi mobili ecc.

Il collegamento tra ogni centro ed i propri utenti si effettua con i mezzi che danno caso per caso maggiore affidamento.

È auspicabile a tale proposito la sempre maggiore affermazione dei ponti radio che al giorno d'oggi rappresentano un mezzo di provata efficienza e di elevata sicurezza.

Non va dimenticato che la bontà del servizio di telecomunicazioni dipende, oltre che dalla perfezione delle apparecchiature, anche dalla tempestività con cui il personale addetto può intervenire in caso di disservizio.

Occorre pertanto predisporre anche a tal fine una accurata organizzazione.

### La trasmissione delle informazioni al servizio di una grande rete ferroviaria.

F. SBARACCANI

Sono esposte in forma generica le principali applicazioni della trasmissione di informazioni nell'esercizio di una rete ferroviaria, rimandando — per i collegamenti radio, telegrafici, telefonici ad onde convogliate, per i telecomandi e per alcune particolarità dei telefoni selettivi — alle altre memorie che trattano più specificamente i singoli argomenti.



Sono accennate per prime le trasmissioni di informazioni nell'ambito delle stazioni (orologi ripetitori, cartelli elettromeccanici per indicazioni ai viaggiatori, impianti di televisione industriale per indicazioni e controlli vari, impianti di diffusione sonora per le notizie ai viaggiatori ed al personale di servizio, megafoni transistorizzati e piccoli collegamenti radio per servizio di cantieri di lavoro, scali, ecc.).

Sono enumerati i principali tipi di circuiti telefonici (per Dirigente Unico, per Dirigente Centrale, per circuiti selettivi vari, per i telefoni «di blocco», «speciali», «omnibus», ecc., e per i collegamenti in telefonia automatica con teleselezione) e telegrafici (in gran parte per telescriventi, spesso con teleselezione automatica a registro).

Sono brevemente descritti alcuni caratteristici tipi di circuiti per trasmissione di informazioni particolari, come quelle occorrenti per l'esercizio del segnalamento ferroviario con il sistema del «blocco semiautomatico» e per il telecomando degli impianti di alimentazione della trazione elettrica da appositi «posti centrali».

Sono date alcune notizie sulle realizzazioni sperimentali e sugli studi relativi alla trasmissione di informazioni relative al servizio di prenotazione dei posti in treno.

Viene infine brevemente descritto l'impianto radar-Doppler per la misura della velocità dei carri sulla sella di lancio di Milano Smistamento. Questa informazione è particolarmente utile agli operatori dei freni Tissen in caso di nebbia.

*eMmoria N. 236*

### **Trasformazione dell'energia ai fini della trasmissione delle informazioni inerenti l'esercizio della rete elettrica di Parma.**

S. FERZETTI

Fra i tipi di informazione che interessa trasmettere simultaneamente agli utenti di una rete elettrica, vi è quello dell'approssimarsi del massimo carico e della sua cessazione, con invito agli utenti di reinserire i carichi differibili e particolarmente gli scaldi acqua; della chiamata in sede di squadre al lavoro in località mutevoli della rete o quello della inserzione o disinserzione, a programma, di impianti particolari, comunque numerosi (illuminazione pubblica). Si richiede un'apparecchiatura capace di convertire la frequenza dell'energia di rete 50 Hz per renderla atta alla trasmissione convogliata sulla stessa rete di distribuzione M.T. e b.t. ma a frequenza acustica tale da essere facilmente ricevuta da apparecchi a relè codificati.

Nel caso della rete di Parma un gruppo generatore di frequenza a 725 Hz alimenta l'intera rete urbana iniettando tale frequenza sulla rete a M.T. tramite apposita apparecchiatura.

Un relè ricevitore risuona su 725 Hz presso le utenze che vengono appositamente dotate per ricevere i segnali che, essendo codificati in modo opportuno, consentono di trasmettere le informazioni accennate o effettuare altrettanti telecomandi corrispondenti. La potenza acustica immessa in rete deve essere circa l'uno per mille di quella effettiva del carico a 50 Hz essendo influenzata comunque dai valori della reattanza della stessa e della sua ripartizione.

*Memoria N. 231*

### **La rete telefonica della S.R.E. e i criteri adottati per la sua automatizzazione.**

A. SCALISI - C. TANARI

Gli utenti della rete telefonica della Società Romana di Elettricità possono essere suddivisi in quattro categorie che hanno caratteristiche ed esigenze notevolmente diverse fra loro:

- a) addetti all'esercizio degli impianti primari (produzione, trasporto, trasformazione);
- b) addetti alla manutenzione degli impianti di cui sopra;
- c) addetti agli impianti di distribuzione;
- d) addetti alla costruzione di nuovi impianti.

Gli utenti della categoria a) sono senz'altro i più importanti e per essi è necessario un sistema di comunicazioni rapide e sicure facenti capo alla Ripartizione del Carico, che è centralizzata negli uffici della Sede di Roma.

La rete telefonica viene utilizzata oltre che per le normali comunicazioni in fonia anche per trasmettere altri tipi di informazioni, necessarie per l'esercizio degli impianti primari, quali le telemisure, le telesegnalazioni, le teleprotezioni, i telecomandi. Per quanto riguarda questi ultimi sono stati realizzati sistemi di avviamento a distanza di centrali automatiche ovvero telecomandi integrali di impianti di produzione o di trasformazione.

I mezzi impiegati per la trasmissione delle informazioni sono essenzialmente:

— collegamenti in alta frequenza su linee elettriche (onde convogliate), integrati in Roma dalla rete telefonica in cavo che unisce la Sede con le stazioni periferiche cui fanno capo gli elettrodotti ad alta frequenza;

— collegamenti in alta frequenza in ponti radio, la maggior parte dei quali utilizza la ripetitrice intermedia di Rocca Priora.

I ponti radio costituiscono un complesso di telecomunicazioni ad uso esclusivo della Ripartizione del Carico e vengono inoltre adoperati per i collegamenti fra gli utenti delle categorie c) e d) e per i mezzi mobili di pronto intervento.

Le onde convogliate sono normalmente destinate per le comunicazioni fra gli utenti della categoria b), ad eccezione delle apparecchiature installate sugli elettrodotti di interconnessione, che sono riservate alla Ripartizione del Carico.

Gli altri tipi di informazione, cui si è accennato, vengono attualmente trasmessi mediante sistemi ad onde convogliate, utilizzando la banda di frequenze superaudio.

Per quanto riguarda l'automatizzazione della rete telefonica, i ponti radio fanno capo normalmente al centralino automatico della Ripartizione del Carico o alla centrale automatica della Sede. Per gli altri collegamenti, e quindi anche per le onde convogliate, che facevano capo a centralini manuali, vengono ora installati centralini automatici, aventi le seguenti caratteristiche:

- interconnessione a 4 fili;
- due circuiti di connessione;
- rigenerazione automatica degli impulsi;
- esclusione di linee locali in caso di guasti.

*Memoria N. 214*

### **Impianti di telecomando di sottostazioni elettriche per trazione delle Ferrovie dello Stato.**

A. MUZIO

Il problema dell'applicazione dei telecomandi agli impianti fissi di trazione elettrica (T.E.) è stato preso nella dovuta considerazione dall'Azienda delle Ferrovie dello Stato da circa un decennio.

Per ragioni espositive la trattazione degli impianti di telecomando delle sottostazioni trifasi è distinta da quella delle sottostazioni di conversione. In effetti però gli studi, le prove e gli esperimenti effettuati inizialmente sulla rete trifase sono risultati in definitiva molto utili per le successive e solo in due casi contemporanee realizzazioni sugli impianti di conversione, pur essendo questi ultimi di gran lunga più complessi dei primi.

*Gli impianti di telecomando nelle sottostazioni trifasi 3,7 kV 16,7 p/s.*

Si è realizzata la prima applicazione del telecomando a sottostazioni per trazione là dove poteva risultare meno



impegnativa concretandola nella forma ritenuta più semplice ed economica. Prescelte perciò le sottostazioni di Nizza Monferrato (1952), Robilante (1953) e Mondovì (1954), perchè non presenziate per tutte le 24 ore giornaliere e non sempre indispensabili agli effetti delle necessità del traffico ferroviario e degli smistamenti per la alimentazione primaria.

Il gruppo di sottostazioni cui il telecomando è stato successivamente esteso è quello di Bricherasio (1958), Narzole (1959) e Saliceto (1959), afferente a linee di importanza non preminente, e di Chiomonte (1959) al servizio invece di una importante linea a traffico internazionale.

Il sistema di telecomando impiegato per il gruppo delle prime tre sottostazioni ripetuto poi, con miglioramenti, per Bricherasio, Narzole e Saliceto è di tipo F.S. in quanto realizzato utilizzando quasi esclusivamente i materiali di magazzino di cui si disponeva (particolarmente quelli telefonici) su iniziativa del personale direttivo ed esecutivo ferroviario.

Il sistema adottato per il telecomando della sottostazione di Chiomonte invece è di produzione della ditta FACE-Standard.

Vari lavori accessori si sono resi necessari per rendere le sottostazioni atte ad essere telecomandate.

Le spese sostenute per la realizzazione del telecomando nelle suddette sette sottostazioni, ammontano a 44,5 milioni di cui 13,5 per gli impianti di telecomando veri e propri e 31 per i lavori accessori eseguiti per rendere le sottostazioni telecomandabili.

Tenuto conto che su tali impianti sono stati realizzati 86 tra telecomandi, telecontrolli e teleallarmi, il costo medio unitario, al netto di tutte quelle spese accessorie che comunque si sarebbero dovute eseguire anche se non si fosse applicato il telecomando, è stato di circa lire 175 000.

Con la soppressione del presenziamento nelle sette sottostazioni si sono resi disponibili 21 agenti e cioè 3 per sottostazione.

L'economia annua conseguita, si aggira sui 29,5 milioni.

Il risultato economico appare veramente lusinghiero: i 44,5 milioni spesi in questo settore sono stati ammortizzati in poco più di un anno e, quello che più conta, con risultanze di esercizio soddisfacenti.

*Gli impianti di telecomando delle sottostazioni di conversione e sulla rete a corrente continua 3,4 kV.*

Prime, in ordine di tempo, le sottostazioni di conversione di Morbegno (1955) con sistema Foulhac di fornitura CEIET e di Agropoli (1957) con sistema Visicode di fornitura Westinghouse.

Il telecomando venne successivamente esteso ad intere linee, sottostazioni e sezioni delle stazioni (linee siciliane, Adriatica, Orte-Falconara, Mestre-Trieste).

I lavori accessori per rendere le sottostazioni atte ad essere telecomandate sono stati molto diffusi nelle varie sottostazioni.

Naturalmente per le sottostazioni di recente costruzione, previste con telecomando, ci si è potuti limitare, al termine dei lavori di montaggio, alla semplice posa in opera di una morsettiera.

I sistemi adottati sono quelli delle ditte CEIET, FACE-Standard, Siemens, Telenorma e Westinghouse.

Le spese per gli impianti di telecomando oggetto del presente capitolo, comprendenti 14 posti centrali, 33 sottostazioni telecomandate e 282 sezionatori aerei 3,4 kV di smistamento dell'alimentazione, distribuiti in 68 stazioni ammontano a circa 633,5 milioni, cui vanno aggiunti 85 milioni per spese accessorie per rendere le sottostazioni telecomandabili: in totale, quindi, 718,5 milioni.

Tali spese hanno consentito di effettuare 2 006 telecomandi, 2 949 fra telecontrolli e teleallarmi nonchè 367 telemisure. Pur non essendo esatto, per le caratteristiche intrinseche di alcuni sistemi di telecomando, dare lo stesso peso tanto alle unità di telecomando quanto a

quelle di allarme e di misura, si precisa che per le 5 322 unità si è avuto una spesa unitaria, di circa 135 000 o 120 000 lire per unità, a seconda che si tenga conto delle spese accessorie o meno.

Le spese annue di manutenzione, fra materiali e personale, di questi impianti si aggirano sui 6,3 milioni.

Si sono resi disponibili 180 agenti con un'economia annua di 255 milioni e perciò la durata media di ammortamento degli impianti si aggira sui 3 anni.

Le risultanze di esercizio sono soddisfacenti.

Le telemisure rispondono sotto qualsiasi aspetto.

Non si è verificato nessun disservizio alla circolazione treni imputabile direttamente o indirettamente agli impianti di telecomando.

*Memoria N. 213*

### Considerazioni sui telecomandi degli impianti fissi di trazione elettrica delle F.S.

R. PROIA

Il telecomando si inserisce nel complesso dei provvedimenti che le F.S. adottano per conseguire l'esercizio più razionale ed oculato dei propri impianti in vista di adeguare gli stessi alle sempre crescenti esigenze del traffico. Il telecomando quindi non viene conseguito per semplici criteri di economia di personale ma particolarmente per migliorare la funzionalità delle varie installazioni.

In tal senso assume particolare importanza la scelta dei centri di telecomando e del relativo raggio d'azione che viene fatta tenendo presente sia la ubicazione e importanza dei centri primari di alimentazione che normalmente coincidono con i centri di telecomando stessi, sia le strette relazioni che debbono conseguirsi con i dirigenti centrali del Movimento.

La entità degli impianti di telecomando e cioè il numero degli enti interessati in ciascuna sottostazione e il numero delle stazioni di teleselezione vengono stabiliti con criteri di sana economia e di adeguata funzionalità in modo da rendere possibile la pronta esecuzione di tutte e sole le manovre necessarie per un esercizio elastico e rispondente.

Nella memoria vengono anche indicate le caratteristiche di massima cui gli impianti di telecomando debbono rispondere per ben conseguire le fondamentali esigenze di esercizio degli impianti fissi di trazione elettrica delle F.S. e si fanno alcune considerazioni sulle prime risultanze di esercizio avute in merito a talune delle suddette caratteristiche.

*Memoria N. 237*

### Ponti radio e collegamenti a onde convogliate al servizio delle reti elettriche.

ANIDEL

*Sezione Tecnologica, Commissione di studio n. 8  
(Telecomunicazioni al servizio degli impianti elettrici)*

Messa in evidenza la importanza che presentano le telecomunicazioni per l'esercizio delle odierne reti elettriche di trasporto e di distribuzione di energia elettrica, si elencano le principali categorie di informazioni da trasmettere da un punto all'altro della rete, ossia: telefonia, telemisure, telesegnalazioni, telecomandi, teleregolazioni, teleprotezioni, trasmissioni telegrafiche e di dati in genere.

Si illustrano quindi le condizioni ed esigenze particolari di esercizio che contraddistinguono le telecomunicazioni in parola. Esse sono anzitutto la immediatezza delle comunicazioni, la sicurezza, i pronti interventi per la manutenzione, l'ubicazione particolare di punti fissi di comunicazione, la esistenza di punti mobili, elementi che giustificano e rendono necessaria la disponibilità di una rete propria.



Fra i mezzi di trasmissione classici e moderni a disposizione, assumono capitale importanza i circuiti « a onde convogliate » ossia i circuiti in alta frequenza aventi per vettore gli elettrodotti, e i radiocollegamenti.

Ciascuno di questi mezzi trova degli impieghi caratteristici, in dipendenza delle caratteristiche peculiari di trasmissione.

Mentre i circuiti a onde convogliate sono anzitutto utili per collegamenti in zone montagnose e collinose, per percorsi di media e grande lunghezza, i radiocollegamenti si prestano per trasmissioni richiedenti una sicurezza di funzionamento indipendente da fattori meccanici delle linee di alta tensione, per piccole e medie portate, e diventano insostituibili per i collegamenti con punti non allacciati da elettrodotti oppure con posti mobili di comunicazione.

I collegamenti a onde convogliate hanno avuto un loro naturale sviluppo, non arrestato da ostacoli di notevole importanza, mentre non si può affermare altrettanto per i radiocollegamenti pur datando i primi impieghi dall'immediato recente dopoguerra, dimodochè il numero totale di simili circuiti installati nelle reti elettriche italiane è oggi quasi trascurabile di fronte al numero dei circuiti a onde convogliate.

La memoria esamina i motivi di tale lenta evoluzione, da ricercarsi anzitutto nella insufficiente disponibilità di frequenze tenuto conto della vastità e varietà di altre categorie di utenti interessati a questo mezzo privato di telecomunicazione, nella difficoltà di assicurare trasmissioni non disturbate da altri collegamenti della stessa zona, nel notevole costo di esercizio derivante dagli alti canoni di esercizio dovuti allo Stato.

Nelle conclusioni si esprime l'augurio che i radiocollegamenti al servizio delle reti elettriche possano trovare lo sviluppo che spetta loro accanto ai circuiti a onde convogliate, e si additano alcuni fattori essenziali atti ad agevolare tale sviluppo.

*Memoria N. 249*

### **Trasmissione di misure, comandi e segnali per il servizio movimenti energia nel Gruppo Edison.**

F. PAGANI

Il controllo dei movimenti di energia sulla rete primaria ad alta tensione del Gruppo Edison è centralizzato a Milano in una sala quadri appositamente attrezzata per il servizio di ripartizione centrale del carico.

In essa è disposto un quadro-schema della rete di Gruppo a 220 e 130 kV sul quale è telesegnalata la posizione di numerosi interruttori (circa 230) e telemisurato con continuità il valore della potenza attiva/reattiva transitante o prodotta in circa 80 punti caratteristici della rete (linee di trasmissione, centrali generatrici e rifasatori sincroni).

Altre telemisure forniscono i valori di tensione nei nodi più importanti.

Le telemisure di potenza possono indicare alternativamente, per scelta a distanza, potenza attiva o reattiva.

Altri telecomandi sono a disposizione dei ripartitori per l'invio ai 20 posti periferici attualmente telecontrollati di determinati ed abituali ordini di servizio, sottoforma di scritte su cartellini illuminabili a distanza; altri ancora — nel caso di telemisure totalizzanti la potenza di 2 o più sistemi — rendono possibile la esclusione, sempre a distanza, di una parte dei sistemi stessi.

Un regolatore di rete del tipo frequenza/potenza completa l'attrezzatura. Esso è previsto per 12 telemisure di scambio in arrivo (attualmente 7 in servizio) e 12 centrali teleregolabili (attualmente 2 in servizio ed altre 3 in corso di installazione).

Le apparecchiature di telemisura e di teleregolazione sono del tipo a frequenza d'impulsi con campo di variazione tra 5 e 15 I/sec.

Quelle di telecomando sono del tipo a codice d'impulsi con velocità massima telegrafica di 40 baud (impulsi della durata massima di 25 ms).

Come si vede, tutti i diversi tipi di informazioni consistono in serie di impulsi, che hanno, e non a caso, analoghe caratteristiche nei riguardi della trasmissione.

Ciò ha permesso di unificare le apparecchiature di trasmissione e di adottare nel contempo apparecchiature di telegrafia armonica del tipo già costruito in grande serie per i servizi telegrafici pubblici con telescriventi, salvo alcune particolari varianti introdotte dal costruttore su proposta della Edisonvolta S.p.A.

Tra le principali prestazioni di questi canali — largamente sufficienti per il servizio loro affidato — citiamo solo che la massima velocità di trasmissione degli impulsi è di 40 baud, con distorsione inferiore al 3 %; che la massima portata è di 30 dB  $\pm$  13 dB di ulteriori variazioni istantanee nell'attenuazione di linea; che la modulazione di frequenza adottata offre un sicuro funzionamento anche con pessimi rapporti segnale/disturbo.

I ricevitori telegrafici sono dotati di un allarme per mancanza di portante e di uno per mancanza d'impulsi (da utilizzare quest'ultimo solo sui circuiti di telemisura).

L'esecuzione meccanica è tale da permettere i più svariati equipaggiamenti; vi sono tre tipi di telai che possono contenere rispettivamente fino a 4, 12 o 24 terminali trasmettitori o ricevitori comunque assortiti.

In totale l'impianto comprende 160 canali telegrafici che vengono inoltrati per la maggior parte (circa 11 000 km di circuito-canale dei 19 000 totali) su canali ad onde convogliate su linee AT predisposti per servizio contemporaneo di fonia più 5 canali telegrafici superaudio.

I rimanenti 8 000 km sono supportati da altri circuiti a onde convogliate ed a frequenze vettrici su linee telefoniche utilizzati interamente per telegrafia, fino ad un massimo di 24 canali, nonchè da circuiti in bassa frequenza su cavi e linee telefoniche aeree con o senza servizio telefonico contemporaneo.

Particolari soluzioni sono state adottate per i transiti dei segnali telegrafici da un canale di supporto all'altro, per la loro miscelazione e per la loro rispettiva separazione. I livelli di funzionamento nei vari punti caratteristici sono stati normalizzati su tutta la rete.

In parecchi casi si sono inoltre realizzati, per canali telegrafici adibiti a servizi molto importanti (ad es. tele-regolazione f/p), due circuiti di supporto completamente indipendenti tra di loro e tali da farsi vicendevolmente da riserva.

In un caso — particolarmente delicato per i molti canali supportati (78) da un cavo telefonico a 20 coppie tra Milano e Brugherio — la via di riserva è stata ottenuta traslando di frequenza tutti i 78 canali in modo da poterli convogliare sui due soli circuiti fisici a disposizione tra Milano e Brugherio lungo un differente percorso.

Nel complesso, l'impianto funziona in modo soddisfacente. Restano però da risolvere ancora alcuni problemi concernenti principalmente: l'incerto intervento degli allarmi, per guasti sui circuiti di trasmissione; le interruzioni della trasmissione dovute alle sovratensioni transitorie durante le manovre o i guasti sulla rete AT, nonchè le interruzioni della trasmissione durante l'intervento dei gruppi alimentatori di soccorso in caso di mancanza della normale tensione di rete.

*Memoria N. 250*

### **Trasmissione a distanza di comandi ed indicazioni.**

L. SAIJA - S. GALLABRESI

Lo studio della applicazione del comando (o « supervisione ») a distanza in un qualunque impianto richiede la elaborazione di concetti operativi nuovi o se, si vuole, di una specie di « filosofia » del sistema, secondo l'espressione comune tra i tecnici americani.



Come spesso avviene nella tecnica, le soluzioni circolanti e gli apparecchi disponibili dallo sviluppo scientifico condizionano strettamente questa « filosofia » e altre limitazioni sono introdotte dai criteri economici.

I fattori principali che stanno alla base del progetto di un impianto di supervisione sono:

- l'applicabilità del comando elettrico;
- la possibilità di accentrimento delle funzioni direttive in un unico centro di dispacciamento;
- l'accessibilità al « posto » sorvegliato a distanza;
- l'eliminazione o la riduzione del personale in sito;
- il grado di affidamento del sistema previsto.

Si rileva che nella considerazione relativa alla pratica utilizzazione dell'impianto assume preminente importanza l'aspetto della « continuità » della trasmissione delle informazioni: l'analisi del problema indica che il sistema supervisore deve comprendere un controllo automatico delle efficienze del canale di trasmissione e che l'automatismo locale (al limite costituito dagli essenziali circuiti di blocco) deve sopperire ai guasti del canale proteggendo il macchinario ed assicurando il funzionamento in base alle ultime istruzioni fornite. La protezione delle informazioni utilizzanti qualche forma di retroazione informa-

tiva è ugualmente necessaria per proteggere il sistema contro le distorsioni del messaggio.

Esaminando quindi il caso della supervisione a distanza di una centrale automatica di produzione di energia elettrica si prendono in considerazione i comandi, le indicazioni, le regolazioni, le misure da trasmettere ed eventuali comunicazioni telefoniche di servizio.

La scelta del mezzo di trasmissione è legata a condizioni particolari di ciascun impianto di questo tipo, ma ciò che importa agli effetti della uniformità delle apparecchiature, nell'ambito di uno stesso organismo, è che il sistema prescelto abbia la caratteristica di una applicabilità universale.

Gli Autori prendono quindi in esame il Sistema Visicode della Westinghouse Electric Company utilizzato ora anche in Italia e rilevano le modalità con cui in tale sistema vengono risolte le questioni precedentemente trattate ed in particolare l'accoppiamento fra apparecchiature di codificazione e canali di trasmissione e la protezione delle informazioni contro i disturbi.

Da ultimo sono citati vari impianti di supervisione con Sistema Visicode realizzati in Italia con i concetti esposti nella memoria.



## LXI RIUNIONE ANNUALE

### PROGETTO DI PROGRAMMA DELLE MANIFESTAZIONI

*Questo programma è suscettibile di ulteriori modificazioni. Queste, se non potranno essere comunicate direttamente agli iscritti, verranno affisse alla Segreteria della Riunione.*

#### **Domenica, 18 settembre**

- Ore 14.30 Consiglio Generale alla Sede della Riunione
- » 16.— SEDUTA INAUGURALE al Palazzo degli Anziani
- » 18.— Invito del Comune all'inaugurazione della Mostra Storica sull'apporto delle Marche al Risorgimento Nazionale.

#### **Lunedì, 19 settembre**

- Ore 9.— SEDUTE TECNICHE
  - » 15.— SEDUTE TECNICHE
  - » 20.30 (per le 21.—) Pranzo offerto dalla Soc. UNES all'Albergo Jolly di Ancona
- Per le Signore: Ore 8.15 Appuntamento alla Sede della Riunione e partenza per il Castello di Gradara, per San Marino e San Leo. Ritorno previsto a Senigallia alle ore 18, ad Ancona alle ore 19*

#### **Martedì, 20 settembre**

- Ore 9.— SEDUTE TECNICHE
  - Ore 14.30 Appuntamento all'ingresso dei Cantieri Navali. - Visita e proseguimento con treno speciale offerto dalle FF. SS. per le Sottostazioni di comando di Falconara e telecomandata di Loreto. Visita e ritorno ad Ancona previsto alle ore 18.50 (max 150 pers.).
  - 21.30 Concerto offerto dal Comune di Ancona eseguito dall'Orchestra d'archi Giovanni Battista Pergolesi.
- Per le Signore: Ore 9.30 Appuntamento alla banchina dello Scalo Vittorio Emanuele II e gita lungo la costiera (max 120 pers.)*
- Ore 14.30 Appuntamento alla Sede della Riunione. - Visita agli impianti della RAI di Monte Cònero; sosta alla ex Abbazia dei Camaldolesi, rinfresco offerto dalla RAI. Ritorno ad Ancona via Numana; visita alla Centrale telefonica della TIMO (max 50 pers.).*

#### **Mercoledì, 21 settembre**

- Ore 9.— SEDUTE TECNICHE
  - » 15.— SEDUTE TECNICHE
  - » 17.— Assemblea Generale dell'AEI
  - Ore 20.30 (per le 21.—) Pranzo Sociale al Ristorante Passetto (max 250 persone)
- Per le Signore: Ore 9.— Appuntamento alla Sede della Riunione. - Escursione in torpedone a Castelfidardo, Loreto, Recanati. Arrivo ad Ancona previsto alle ore 18 e a Senigallia alle ore 19*

#### **Giovedì, 22 settembre**

- Ore 8.45 Appuntamento alla Sede della Riunione e partenza per la visita agli impianti del Tronto della Soc. UNES, ed in particolare ai lavori della Diga di Talvacchia, Centrale e opere di presa di Capodiponte, Centrale di Vena Martello. Colazione ad Ascoli Piceno offerta dalla Soc. UNES. Visita della città di Ascoli
- Ore 18.— Proseguimento per l'Aquila, arrivo verso le 20.30, pranzo, pernottamento e proseguimento il giorno successivo con la visita agli impianti della Soc. Terni (max 65 persone)
- Ore 8.— Appuntamento alla Sede della Riunione e partenza per Senigallia.
- » 9.10 Partenza da Senigallia per la visita agli impianti della RAI di Monte Nerone. - Colazione alle Gole del Furlo. - Nel ritorno breve visita alla città di Pesaro e di Fano. - Ritorno previsto a Senigallia alle 18.15 e ad Ancona alle 19.15. (max 50 pers.)
- Ore 18.— Partenza per il ritorno, con arrivo previsto ad Ancona alle ore 20.30 e a Senigallia alle ore 21.30



## Venerdì, 23 settembre

- Ore 8.— Appuntamento e partenza da l'Aquila per il lago di Campo-tosto e le Centrali di Provvidenza e San Giacomo, la stazione di Colle Piano e la Centrale di Montorio della Società Terni. Colazione offerta dalla Soc. Terni a Montorio. - Ritorno previsto ad Ancona alle ore 19.15 e a Senigallia alle ore 20.15
- Ore 8.45 Appuntamento alla Sede della Riunione e partenza per Senigallia
- » 10.— Partenza da Senigallia per gli impianti del Furlo della Soc. UNES e visita alla Centrale di San Lazzaro e alle opere di presa di San Lazzaro e del Furlo. - Colazione alle Gole del Furlo, offerta dalla Soc. UNES. Visita alla città di Urbino. Ritorno previsto a Senigallia alle 18.45, ad Ancona alle 19.45 (max 120 persone)

## Sabato, 24 settembre

- Ore 8.15 Appuntamento alla stazione delle FF. SS.
- » 8.30 Partenza con vettura speciale offerta dalle FF. SS.
- » 8.56 Partenza da Senigallia per Bologna
- » 11.34 Arrivo e visita al Centro Dirigente Centrale Operativo del nodo di Bologna delle FF. SS.
- » 13.00 Colazione offerta dalle FF. SS.
- » 15.00 Visita alla Centrale telegrafica a commutazione automatica del Centro Telegrafico compartimentale di Bologna e al Centro calcoli e servomeccanismi dell'Istituto di Elettrotecnica della Facoltà di Ingegneria della Università di Bologna. Fine della visita ore 17.30 circa. (max 70 persone).

## PROGRAMMA TECNICO DI MASSIMA

*Non si può assumere alcun impegno circa l'effettivo svolgimento del programma, non essendo possibile garantire la tempestiva presenza dei singoli relatori.*

*Qualora in una seduta il programma qui stabilito venga esaurito prima del termine di tempo previsto, verrà anticipato l'inizio della trattazione del gruppo di Memorie stabilito per la seduta successiva.*

*Data la ristrettezza del tempo disponibile, la Presidenza e i Congressisti, saranno grati agli interlocutori che sapranno contenere nelle poche parole indispensabili i loro interventi.*

### Primo tema: TRASMISSIONE DELL'ENERGIA

LUNEDÌ, 19 SETTEMBRE 1960 (MATTINO)

#### 1. PROBLEMI GENERALI del trasporto e della trasmissione dell'energia.

- GUIDI BUFFARINI G. - SCHINAIA C. - *Ripartizione di massima economia delle alimentazioni delle reti di trasporto.* (117)
- JUSTI L. - *Consistenza e funzioni della rete italiana a 130 e 220 kV. Interconnessione interna ed internazionale.* (108)
- GANDIN V. - *Considerazioni sullo sviluppo e sui risultati di esercizio della rete d'interconnessione italiana a 220 kV.* (113)
- PODESTÀ LUCCIARDI C. - *Interconnessione a 220 kV fra la rete SIP e le reti nazionali e dell'Europa Occidentale.* (118)
- MÜLLER R. - MARIN R. - *Risultati ottenuti con l'interconnessione degli impianti elettrici nell'Europa Occidentale. Grandezze caratteristiche che intervengono nella regolazione di una rete. Prove sulle reti dell'Europa Occidentale per la determinazione delle grandezze stesse.* (145)
- RUSCK S. - *Otto anni di esperienza nel servizio degli equipaggiamenti per stazioni a 400 kV c.a.* (127)

#### 2. PROBLEMI ELETTRICI E MECCANICI delle linee a corrente alternata fino a 220 kV.

- COLOMBO B. - STIZ M. - *Impiego del quadro calcolatore per lo studio delle linee di trasmissione dell'energia elettrica.* (152)
- PARIS L. - SANTI G. - *Il calcolo meccanico delle linee elettriche aeree eseguito con mezzi meccanografici.* (147)

- PERRONE A. - *Fili di acciaio per anime di corde alluminio-acciaio.* (121)
- FOLLI G. - *Considerazioni sulle vibrazioni dei conduttori di grande diametro.* (149)
- MAYER ZIOTTI F. - *La campata sperimentale di Valbondione.* (143)
- DASSETTO G. - *Comportamento meccanico di conduttori sottoposti a cicli di riscaldamento.* (105)
- BETTA W. - FOLLI G. - *Contributo allo studio dei sistemi meccanici di tesatura e alla loro applicazione.* (112)
- ANIDEL SOTTOCOMMISSIONE N. 24 B - *Considerazioni su di una serie di prove di vera grandezza su fondazioni a piedini per elettrodotti.* (153)
- BIANCHI DI CASTELBIANCO F. - *Aspetti dell'evoluzione della tecnica dei sostegni a traliccio per linee elettriche negli ultimi trent'anni.* (163)
- SIMONINI P. - *Sostegni in cemento armato precompresso C.A.P. per linee elettriche e di telecomunicazione.* (158)
- VERGANI G. - *Criteri di modifica delle palificazioni nella trasformazione di linee da 60 a 130 kV.* (130)
- FERRETTI G. - *Risultati di prove su isolatori inquinati superficialmente.* (155)
- ZAMORANI G. - COLOMBO G. - *Il problema dell'isolamento di linee e stazioni in atmosfera inquinata.* (135)
- FERZETTI S. - *Alluminio + plastica nelle reti b.t. avvenire.* (122)
- ARCANGELI P. - NOVELLI L. - SENONER O. - *Linee di distribuzione in cavi sospesi.* (123)

LUNEDÌ, 19 SETTEMBRE 1960 (POMERIGGIO)

- PELAGATTI U. - DAVINI G. - *Cavi elettrici per media tensione isolati in cloruro di polivinile (P. V. C.)* (110)
- MARCHESINI G. - *Cavi elettrici per media tensione isolati con gomme naturali e sintetiche.* (104)

- AGOSTINI R. - RIELLO G. - *Aspetti del problema degli impianti di terra nelle reti a media tensione.* (146)
- CATALIOTTI V. - *Sulla messa a terra del neutro nelle linee a media tensione.* (120)



COLOMBO B. - FADDA U. - *Considerazioni sulla trasmissione dell'energia alla tensione di produzione a media e bassa tensione.* (150)

PEDONE A. - *Considerazioni marginali sui costi di costruzione dei grandi elettrodotti.* (114)

FALOMO G. - *Confronti economici riguardanti la trasmissione di differenti forme di energia.* (128)

PARIS L. - SFOTZINI M. - *Alcune considerazioni ed esperienze sulle perdite di energia per correnti parassite nelle funi di guardia degli elettrodotti.* (129)

## MARTEDÌ, 20 SETTEMBRE 1960 (MATTINO)

BAGALÀ E. - *Alcune tendenze attuali nella costruzione delle stazioni elettriche.* (103)

UGOLINI U. - *Protezioni elettriche delle stazioni di trasformazione connesse a centrali di produzione e loro coordinazione con le protezioni delle linee elettriche.* (137)

NEGRI F. - *Un contatore di perdite ohmiche in linee di trasmissione.* (138)

FERRARIO M. - GUGLIORMELLA G. - *La manutenzione delle linee elettriche in tensione.* (131)

CARRARA G. - CATENACCI G. - FORMICA A. - *Primi contributi del CESI allo studio dei problemi relativi al trasporto della energia elettrica.* (140)

### 3. TECNICA DELLE LINEE a tensione superiore a 220 kV.

MAGGI L. - *Impostazione generale del problema delle altissime tensioni.* (132)

ANTONIOLI P. G. - *Cassiniane e lemniscate negli elettrodotti ad altissima tensione.* (106)

PRAMAGGIORE C. - PARIS L. - *Conduttori per altissime tensioni e questioni annesse.* (141)

ANTONIOLI P. G. - *Determinazioni teoriche e rilievi sperimentali di effetto corona su elettrodotti ad altissima tensione.* (107)

DORSCH H. - MERIGGI G. - *Le sollecitazioni di tensioni in esercizio e la loro importanza per il dimensionamento dell'isolamento negli impianti ad alta tensione.* (133)

SENG W. - *Progressi nella tecnica delle protezioni in relazione allo sviluppo del trasporto di energia ad altissima tensione.* (165)

PALMIERI N. - *Cavi elettrici per trasporto di energia in sistemi trifasi a 400 kV.* (162)

## MERCOLEDÌ, 21 SETTEMBRE 1960 (MATTINO)

BRAMBILLA A. - *Caratteristiche fondamentali delle stazioni per altissime tensioni.* (136)

MAGGI L. - *Considerazioni sulle ipotesi di calcolo delle linee elettriche a 380 kV.* (101)

PARIS L. - *Criteri di progetto per le future linee a 380 kV della Edisonvolta e prime realizzazioni sperimentali.* (142)

PARIS L. - REGGIANI F. - SFORZINI M. - *Le installazioni di misura per lo studio dei fenomeni corona sul tronco sperimentale a 380 kV della linea Mese-Bovisio.* (125)

DALLA VERDE A. - PETRINI E. - *Il sistema a 380 kV El Chocon-Buenos Ayres.* (134)

### 4. TRASMISSIONE dell'energia a corrente continua.

GAZZANA PRIAROGGIA P. - PALANDRI G. - *Considerazioni sulla trasmissione d'energia in cavo a corrente continua.* (111)

### 5. FUNZIONAMENTO dei sistemi di trasmissione.

HENNING W. - LAZZARIN M. - *I ripartitori del carico ed i centri di comando di zona.* (156)

OTTANI L. - PRIORI G. - VALTORTA M. - *Problemi tecnici ed aspetti economici della trasmissione della potenza reattiva.* (116)

VALTORTA M. - *Ripartizione della potenza reattiva in un sistema di trasmissione.* (154)

DALMAZZO R. - GUIRAUD G. - *Sulla regolazione automatica del fattore di potenza.* (157)

BALLERINI P. - *Regolazione della trasmissione dell'energia attiva sull'anello Roma con l'impiego dei regolatori trasversali.* (126)

MELINOSI G. - *Sulla stabilità e le caratteristiche dei turboalternatori allacciati a lunghe linee di trasmissione.* (109)

GE E. - PELLASCHIAR M. - *Richiusura monofase e stabilità nei sistemi di trasmissione di energia elettrica. (Applicazioni e risuoni sulla rete Montecatini).* (148)

QUAZZA G. - SACCOMANNO F. - *Considerazioni sul proporzionamento dei regolatori di frequenza per turbine idrauliche in relazione alle caratteristiche della rete.* (160)

SEGRE G. - VALTORTA M. - *L'esercizio in parallelo delle grandi reti italiane. La situazione attuale.* (102)

## MERCOLEDÌ, 21 SETTEMBRE 1960 (POMERIGGIO)

ROMANO I. - *L'impiego dei condensatori serie nelle lunghe linee A. T.* (139)

ROMANO I. - *L'impiego dei condensatori nelle reti di distribuzione.* (159)

MASSARI F. - SANI G. - *Considerazioni sull'impiego di condensatori in serie su reti di distribuzione a media tensione con particolare riferimento ai risultati di esperienze condotte su una linea a 15 kV.* (119)

ALFANO A. - *La determinazione delle correnti di corto circuito verso terra nelle grandi linee di trasmissione.* (124)

ROVA R. - *Problemi di sensibilità nella protezione contro i guasti verso terra delle reti a media tensione.* (164)

NOZZA G. - STIZ M. - *Alcune condizioni anormali di servizio che possono influire sul comportamento degli scaricatori di protezione dei sistemi di trasmissione di energia ad alta tensione.* (151)

SASSANO M. - *Il controllo del funzionamento degli interruttori e dei relè di protezione di una rete di distribuzione di energia elettrica realizzato mediante la centralizzazione delle segnalazioni.* (161)

ARIATTI F. - *Alcune considerazioni sul calcolo delle perdite di trasmissione dell'energia elettrica.* (144)

BOVE L. - GIACALONE F. - *Alcune considerazioni sulle perdite di trasporto in sistemi funzionanti in anello chiuso.* (115)

## Secondo tema: TRASMISSIONE DELLE INFORMAZIONI

### LUNEDÌ, 19 SETTEMBRE 1960 (MATTINO)

#### 1. PROBLEMI GENERALI.

##### 1 a) Natura dei segnali di informazione e loro trasformazione ai fini della trasmissione.

FEDERICI M. - *Sulla quantità di informazioni ottenibili da un trasduttore ricevente per la determinazione della posizione di una sorgente di energia.* (246)

ALBARELLA G. - *Comparazione dei criteri di codificazione dati per un sistema di elaborazione accentrato.* (233)

ALBARELLA G. - *Considerazioni per una rete trasmissione dati ad alta velocità.* (218)

DELLA GIOVANNA C. - *La trasmissione della parola con metodo digitale.* (203)

BONAVOGLIA L. - *Caratteristiche del segnale multicanale di linea per la rete telefonica italiana a grande distanza.* (215)

CORRADETTI M. - *Un metodo di predizione planare per la codificazione di fotografie.* (247)

D'ADDIO E. - *La codificazione logica e fisica dei segnali inviati sui circuiti di giunzione.* (251)

ALBARELLA G. - *Memorizzazione dei dati in un sistema di trasmissione per elaborazione accentrata.* (222)

CAPRETTINI B. - *Sistema per trasmissione dati ad alta velocità.* (240)



- DE LUCA L. - Sistemi di trasmissione veloce di dati nella banda telefonica. (211)  
 BERNASCONI G. - BLAETTLER H. - DE BENEDETTI A. - La trasformazione di comandi e misure in segnali elettrici trasmissibili a distanza. (245)  
 NOTARI M. - La trasmissione della informazione nel telecomando, e la sua trasformazione nella elaborazione dei dati. (242)

### 1 b) Deformazione dei segnali di informazione nei sistemi trasmissivi.

- TAMBURELLO C. - Il rapporto segnale-disturbo nei sistemi di comunicazione. (235)  
 CORRADETTI M. - Considerazioni sulla statistica dell'errore di quantizzazione. (227)

LUNEDÌ, 19 SETTEMBRE 1960 (POMERIGGIO)

## 2 PROBLEMI RIGUARDANTI IL MEZZO TRASMISSIVO.

- AIMINTO M. - Attenuazione dei collegamenti a onde convogliate. (239)  
 MONELLI R. - Cavi telefonici interurbani a coppie simmetriche in materiali plastici. (207)  
 SANSONE L. - Bicoppie a stella e bicoppie D. M. nei cavi in carta per alta frequenza. (225)  
 DI MARIO P. R. - Circuiti con ammettenze addizionali concentrate regolarmente ricorrenti. (230)

MARTEDÌ, 20 SETTEMBRE 1960 (MATTINO)

## 3. SISTEMI ED APPARECCHIATURE PER LA TRASMISSIONE DELLE INFORMAZIONI.

### 3 a) Via filo.

- LEGA L. - TOSI E. - Cenni illustrativi sulla rete telegrafica delle F. S. (208)  
 RUBINI R. - Modulazione angolare e modulazione di ampiezza nei sistemi a frequenze vettrici per brevi distanze. (241)  
 BRICCA F. - Collegamenti telefonici ad onde convogliate sulla rete primaria delle F. S. (238)  
 REMBADO A. - Moderni sistemi ed apparati di telecomando. (228)  
 REMBADO A. - Nuovi procedimenti ed apparecchiature di telemisura. (229)  
 TAMBURELLI G. - Trasmissione degli impulsi di teleselezione completamente statica nei sistemi a frequenze vettrici. (217)

MERCOLEDÌ, 21 SETTEMBRE 1960 (MATTINO)

### 3 c) Sistemi vari.

- TOLOTTI F. - Informazioni trasmesse dai treni. (210)  
 RICCIARDI C. - Organizzazione dei servizi di telecomunicazione in una società elettrica. (202)  
 SBARACCANI F. - La trasmissione delle informazioni al servizio di una grande rete ferroviaria. (220)  
 FERZETTI S. - Trasformazione dell'energia ai fini della trasmissione delle informazioni inerenti l'esercizio della rete elettrica di Parma. (236)  
 SCALISI A. - TANARI C. - La rete telefonica della S. R. E. ed i criteri adottati per la sua automatizzazione. (231)

- SCHIAFFINO P. - Influenza dei rumori sulla qualità della trasmissione telefonica. (243)  
 VALZ S. - Influenza delle perturbazioni sulla distorsione nei sistemi telegrafici a modulazione di frequenza. (252)  
 TOLENTINO B. - RAIMONDI T. - Criteri di sicurezza nella trasmissione di telecomandi su linee disturbate. (204)  
 SEGRE G. - Osservazioni circa l'influenza delle manovre di interruttori e sezionatori ad alta tensione sulle trasmissioni ad onde convogliate. (212)  
 SINISCALCHI F. - Considerazioni sui criteri di proporzionamento di moderni sistemi telefonici con particolare riguardo ai contributi di rumore. (221)  
 MANCIANTI M. - SALARDI G. - Sul recupero del contenuto informativo delle onde ionosferiche trasferito dalla modulazione di ampiezza in quella di fase. (219)

- PARMEGGIANI G. - Considerazioni sull'adattamento d'impedenza nella trasmissione guidata. (201)  
 BUCCI I. - Selezioni di modi di propagazione in guida d'onda. (224)  
 BASINI B. - Combinazione e selezione di oscillazioni guidate nella gamma 900÷2300 MHz. (226)  
 SCHIANNINI G. - Modulazioni causate nei cavi coassiali dalla corrente per l'alimentazione degli amplificatori. (205)  
 MONELLI R. - Cavi coassiali di piccole dimensioni con isolamento in polietilene espanso. (206)

### 3 b) Via radio.

- MONTI GUARNIERI G. - Moderne realizzazioni di ponti radio a grande capacità di trasmissione. (253)  
 VITI E. - Moderni ponti radio a microonde di media capacità. (234)  
 PISTILLI A. - Gli amplificatori molecolari: un nuovo mezzo per la ricezione dei segnali molto deboli. (248)  
 BRUNO A. - La propagazione a radio frequenza, banda 7125÷7750 MHz. (223)  
 FORMATO D. - GILARDINI A. - Studio su modelli a microonde della propagazione magneto-ionica di segnali VLF. (232)  
 BONAVOGLIA L. - Prove di radiopropagazione a 4000 Mc/s nella pianura padana su una tratta di lunghezza eccezionale. (216)  
 SALMI F. - Collegamenti radio al servizio delle ferrovie. (209)  
 SILLENI S. - Sulla scelta delle onde elettromagnetiche per le trasmissioni con i veicoli spaziali e tra di essi. (244)

- MUZIO A. - Impianti di telecomando di sottostazioni elettriche per trazione delle F.S. (214)  
 PROIA R. - Considerazioni sui telecomandi degli impianti fissi di trazione elettrica delle F.S. (213)  
 ANIDEL - COMMISSIONE DI STUDIO N. 8 - Ponti radio e collegamenti a onde convogliate al servizio delle reti elettriche. (237)  
 PAGANI F. - Trasmissione di misure, comandi e segnali per il servizio movimenti energia nel Gruppo Edison. (249)  
 SAIIA L. - GALLABRESI S. - Trasmissione a distanza di comandi e indicazioni. (250)

## ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A.E.I.

### PRESIDENZA

- PRESIDENTE GENERALE: Angelini Prof. Ing. Arnaldo Maria  
 VICE PRES. GENERALI { † Dalla Verde Prof. Ing. Agostino  
 Mainardis Prof. Ing. Mario  
 Tedeschi Dr. Ing. Francesco  
 SEGRETARIO GENERALE: † Barbagelata Prof. Ing. Angelo  
 VICE SEGRET. GENERALE: Rigatti Ing. Gian Antonio  
 TESORIERE GENERALE: Regoliosi Prof. Ing. Piero  
 SEGR. DEL PRES. GEN.: Marini Dott. Pietro  
 UFFICIO CENTRALE:  
 Direttore: Rigatti Ing. Gian Antonio

- Condirettori: { Redaelli Ing. Cesare  
 San Nicolò Prof. Ing. Renato

### Presidenti generali antecedenti

- † Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) - † Giuseppe Colombo (1897-1899) - † Guido Grassi (1900-1902) - † Moisè Ascoli (1903-1905) - † Emanuele Jona (1906-1908) - † Luigi Lombardi (1909-1911) - † Ferdinando Lori (1912-1914) - † Guido Semenza (1915-1917) - † Lorenzo Ferraris (1918-1920) - † Ulisse Del Buono (1921-1923) - † Giuseppe Sartori (1924-1926) - † Giancarlo Vallauri (1927-1929) - † Ugo Bordoni (1930-1932) - † Luigi Emanueli (1933-1935) - Francesco Giordani (1936-1938) - Giuseppe Cenzato (1939-1941-1942) - Marco Semenza (1943-1945-1946) - † Luigi Selmo (1947-1949) - Giovanni Somenza (1950-1952) - Giuseppe Bauchiero (1953-1955) - † Dalla Verde Agostino (1956-1958).



# Segretari generali antecedenti

† Raffaele Pinna (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) — Alessandro Panzarasa (1897-1899) — † Raffaele Pinna (1900-1902) — † Riccardo Salvadori (1903-1905) — † Vittorio Arcioni (1906-1908) — † Camillo A. Curti (1909-1911) — Carlo Parvopassu (1912-1914) — † Angelo Bianchi (1915-1917; 1918-1920; 1921-1922) — † Giuseppe Comboni (1922-1923; 1924-1926; 1927-1929; 1930) — † Angelo Barbagelata (1930-1932; 1933-1935; 1936-1938; 1939-1941; 1942-1946; 1947-1949; 1950-1952; 1953-1955; 1956-1958; 1959-1960).

## CONSIGLIO GENERALE

PRESIDENZA: (predetti)  
PRESIDENTI DELLE SEZIONI  
SEGRETARI DI SEZIONE  
E SOTTOSEZIONE  
CONSIGLIERI DELEGATI  
EX PRESIDENTI GENERALI: (predetti)

(v. Cariche delle Sezioni)

## CARICHE DELLE SEZIONI

### 1. - Sezione ADRIATICA

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Giunchi Giuseppe*  
Vice Presidente ..... *Pradella Giovanni*  
Segretario-Cassiere .... *Komaretho Giuseppe*

Consiglieri:  
*Colonna Giovanni* — *Giardini Manlio*  
*Fiorito Bruno* — *Zecca Gennaro*

Consiglieri Delegati:  
*Alessi Giuseppe* — *Tiberio Filippo*

Ex Presidenti di Sezione:  
*Andreini Umberto* — *Felici Luciano*  
*Di Fabio Antonio* — *Romano Raimondo*

### 2. - Sezione di BOLOGNA

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Trevisan Bruno*  
Vice Presidente ..... *Dore Gianpaolo*  
Segretario ..... *Monaco Vito*  
Cassiere ..... *Simoni Luciano*

Segretario Ss. Ferrara .... *Vecchi Mario*

Consiglieri:  
*Alessandri Remo* — *Ciampolini Filippo*  
*Bertazzoni Ugo* — *Poggi Bruno*

Consiglieri Delegati:  
*Del Terra Terrino* — *Righi Aldo*  
*Modoni Vittorio* — *Zanobetti Dino*  
*Ressi di Cervia Adeodato*

Ex Presidenti di Sezione:  
*Barcellona Corte A.* — *Modoni Vittorio*  
*Basile Stefano* — *Righi Aldo*  
*Bessi Renato* — *Spani Domenico F.*

### 3. - Sezione di CATANIA

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Carciotto Gianfilippo*  
Vice Presidente ..... *Ricamo Renato*  
Segretario-Cassiere .... *Scandurra Giuseppe*

Consiglieri:  
*Baudo Vincenzo* — *Lipari Giuseppe*  
*Delfino Nunzio* — *Quartarone Sebastiano*

Consigliere Delegato:  
*Greco Paolo*

Ex Presidenti di Sezione:  
*Bellia Concetto* — *Polizzi Cesare*  
*Greco Paolo* — *Vacirca Corrado*

### 4. - Sezione di FIRENZE

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Montigiani Luigi*  
Vice Presidente ..... *Bocconi Tebaldo*  
Segretario ..... *Foà Piero*  
Cassiere ..... *Biliotti Corrado*

Consiglieri:  
*Brasioli Camillo* — *Sica Giovanni*  
*Lippi Alberto* — *Giagnoni Carlo*

Consiglieri Delegati:  
*Benadè Corrado* — *Piquè Enrico*  
*Martinez Paolo* — *Poccardi Spirito*

### Ex Presidenti di Sezione:

*Cuttica Amedeo* — *Lodolo d'Oria A.*  
*D'Arbela Alfredo* — *Mariani Enrico*  
*Legnaioli Umberto* — *Prinetti Ignazio*

### 5. - Sezione di GENOVA

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Dellepiane Luigi*  
Vice Presidente ..... *Scillieri Francesco*  
Segretario ..... *Squintani Luigi*  
Cassiere ..... *Pendola Luigi*

Consiglieri:  
*Drioli Francesco* — *Melis Francesco*  
*Frisoni Francesco* — *Ortu Carboni Tullio*

Consiglieri Delegati:  
*Astuni Enrico* — *Genesio Corrado*  
*Bernamonti Spartaco* — *Volta Ezio*  
*Bossi Ugo*

Ex Presidenti di Sezione:  
*Bassi Attilio* — *Muller Rodolfo*  
*Bonaria Lionello* — *Teani Renato*  
*Ferrari Alberto*

### 6. - Sezione di LIVORNO

PRESIDENZA:  
Presidente: ..... *Tiberio Ugo*  
Vice Presidente ..... *Gè Ennio*  
Segretario ..... *Guiraud Gustavo*  
Cassiere ..... *Disperati Arnaldo*

Consiglieri:  
*Cionini Vito* — *Marz ppini Carlo*  
*Lilli Nicola* — *Vallini Alfredo*

Consiglieri Delegati:  
*Bedarida Roberto* — *Fanfani Vittorio Veneto*  
*Bervard nelli Mario*

Ex Presidenti di Sezione:  
*Carrara Nello* — *Lilli Nicola*  
*Lodolo d'Oria A.* — *Salvini Giuseppe*

### 7. - Sezione di MILANO

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Maggi Leonardo*  
Vice Presidente ..... *Vannotti Roberto*  
Segretario ..... *Dadda Luigi*  
Cassiere ..... *Rigatti Gian Antonio*  
Segret. Ss. Brescia .... *Sorato Luciano*

Consiglieri:  
*Meschia Stefano* — *Rossi Bandino*  
*Richard Lino* — *Sesini Ottorino*

Consiglieri Delegati:  
*Bravi Rienzo* — *Manfredi Giacomo*  
*Caccia Giovanni* — *Marsilli Paolo*  
*Castellani Claudio* — *Martinetti Francesco*  
*Cavalli Gian Piero* — *Niccolai Luigi*  
*Costadoni Carlo* — *Palazzoli Federico*  
*De Vito Giuseppe* — *Paleari Giacomo*  
*Fabrizi Daniele* — *Palmieri Nicola*  
*Falconi Piero* — *Piperno Ugo*  
*Frediani Luigi* — *Savagnone Vittorio*  
*Galligioni Gianpiero* — *Sbrissa Lino*  
*Gatti Emilio* — *Vallecchi Mario*  
*Gatti Pietro* — *Vallo Ettore*  
*Kerbaker Enrico* — *Villa Luigi*  
*Lodigiani Giuseppe* — *Zanchi Camillo*  
*Lucchi Iginio*

Ex Presidenti di Sezione:  
*Bauchiero Giuseppe* — *De Pol Piero*  
*Bianchi di Castelb. Franco* — *Faletti Noverino*  
*Bottani Ercole* — *Tedeschi Francesco*

### 8. - Sezione di NAPOLI

PRESIDENZA:  
Presidente ..... *Jacopetti Mario*  
Vice Presidente ..... *Brofferio Angelo*  
Segretario ..... *Albarella Giovanni*  
Cassiere ..... *Montedoro Giovanni*

Consiglieri:  
*Giordani Carlo* — *Ricciardi Carlo*  
*Di Perna Armando* — *Roscia Manlio*



Consiglieri Delegati:

*Di Onofrio Alberto* - *Renna Carmelo*  
*Marasco Vittorio* - *Sgobbo Antonio*  
*Massa Nicola* - *Turco Alberto*

Ex Presidenti di Sezione:

*Brun Stefano* - *Giordani Francesco*  
*Cenzato Giuseppe* - *Maioni Guido*  
*Foddìs Giuseppe* - *Vanzi Ivo*

9. - Sezione di PALERMO

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Tricomi Bonaventura Saro*  
Vice Presidente ..... *Savagnone Riccardo*  
Segretario-Cassiere ..... *Mastricchi Aurelio*

Consiglieri:

*Ferrara Vincenzo* - *Pasca Francesco*  
*Marino Napoletani G.* - *Zava Mario B.*

Consigliere Delegato:

*Crisafulli Enrico*

Ex Presidenti di Sezione:

*Savagnone Riccardo* - *Zava Mario B.*

10. - Sezione PUGLIESE

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Amara Domenico*  
Vice Presidente ..... *Chieco Giuseppe*  
Segretario-Cassiere ..... *Barbato Custode*  
Segretario Ss. Jonica .. *Catamario Giancarlo*

Consiglieri:

*Carofiglio Giovanni* - *Lazzaro Alberto*  
*Fella Nicola* - *Perrone Carlo*

Consiglieri Delegati:

*Di Lecce Francesco* - *Martini Paolino*

Ex Presidenti di Sezione:

*Cafaro Nico* - *Tolomeo Domenico*  
*Squicciarini Domenico* - *Paolantonio Sergio*

11. - Sezione di ROMA

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Albertazzi Domenico*  
Vice Presidente ..... *Zamorani Gherardo*  
Segretario ..... *Proia Renato*  
Cassiere ..... *Guiragossian Luigi*

Consiglieri:

*Donati Francesco* - *Puccioni Corrado*  
*Grillo Nicolò Eugenia* - *Verducci Ettore*

Consiglieri Delegati:

*Angelucci Giuseppe* - *Matteini Carlo*  
*Baduel Pier Luigi* - *Rovelli Aldo*  
*Cerrato Giovanni* - *Seganti Carlo*  
*Faloci Alessandro*

Ex Presidenti di Sezione:

*Agosti Ettore* - *Poggi Iolando*  
*Angelini A. M.* - *Rebecchini Salvatore*  
*Neri Filippo* - *Riccioni Nestore*  
*Parvopassu Piero* - *Urbinati Mario*

12. - Sezione SARDA

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Lixi Delogu Gaetano*  
Vice Presidente ..... *Audoli Giovanni*  
Segretario ..... *Pirola Mario*  
Cassiere ..... *Mura Paolo*

Consiglieri:

*Fiorelli Tommaso* - *Mazzella Giovanni*  
*Marini Giorgio* - *Zattini Luigi*

Consigliere Delegato:

*Buttiglione Vincenzo*

Ex Presidenti di Sezione:

*Buttiglione Vincenzo* - *Marini Giorgio*  
*Fiorelli Tommaso* - *Ruggeri Mario*  
*Maffei Aldo* - *Sechi Armando*

13. - Sezione di TORINO

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Merlini Raffaele*  
Vice Presidente ..... *Sartori Rinaldo*  
Segretario ..... *Bordiga Pier Giovanni*  
Cassiere ..... *Ainardi Felice*

Consiglieri:

*De Gasperis Franco* - *Riccio Giorgio*  
*Gatti Riccardo* - *Rossi Pietro*

Consiglieri Delegati:

*Bianchi Achille* - *Castelnuovo Gino*  
*Bonicelli Guido* - *Giordana Carlo*  
*Bortolotti Stefano* - *Sartorio Augusto*  
*Cardellino Giuseppe*

Ex Presidenti di Sezione:

*Andreoni Carlo* - *Giordana Carlo*  
*Brunetti Mario* - *Lombardi Paolo*  
*Carver Antonio* - *Oglietti Giovanni*  
*Danieli Ausonio*

14. - Sezione di TRENTO

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Boschetti Massimino*  
Vice Presidente ..... *Orlandini Pietro*  
Segretario ..... *Trenti Nilo*  
Cassiere ..... *Veronesi Ernesto*

Consigliere Delegato:

*Toffolon Lorenzo*

Ex Presidenti di Sezione:

*Boschetti Massimino* - *Fedrizzi Cornelio*  
*Cagli Cesare* - *Montagna Alessandro*  
*Ciccotti Umberto* - *Pippa Giuseppe*  
*De Riccabona Carlo* - *Sardagna Antonio*  
*De Rizzoli Arrigo*

15. - Sezione di TRIESTE

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Fragiacomo Luigi*  
Vice Presidente ..... *Nordio Sergio*  
Segretario ..... *Bonino Giuseppe*  
Cassiere ..... *Rutter Bruno*

Consiglieri:

*Crepaz Giorgio* - *Tesolin Quirino*  
*Fiorucci Ferreol* - *Vacchi Ferdinando*

Consiglieri Delegati:

*Benussi Pedro* - *Viarengo Franco*

Ex Presidenti di Sezione:

*Bearzi Pietro* - *Granata Riccardo*  
*Bonazzi Italo* - *Manni Carlo*  
*De Antonellis Edoardo* - *Trani Sebastiano*  
*De Mottoni Alessandro* - *Plet Aldo*

16. - Sezione VENETA

PRESIDENZA:

Presidente ..... *Gatto Giorgio*  
Vice Presidente ..... *Merigliano Luciano*  
Segretario ..... *Alocco Lia*  
Cassiere ..... *Solero Danilo*  
Segretario Ss. Venezia..

Consiglieri:

*De Nat Angelo* - *Pistorelli Leonida*  
*Lassovich Giuseppe* - *Tiribelli Mario*

Consiglieri Delegati:

*Benussi Domenico* - *Parise Angelo*  
*Lorenzi Secondo* - *Rova Renzo*  
*Mariutti Eugenio* - *Sala Silvio*

Ex Presidenti di Sezione:

*Ancona Augusto* - *Leardini Teo*  
*Di Pieri Ciro* - *Ma in Roberto*  
*Granata Riccardo* - *Someda Giovanni*

" L'ELETTROTECNICA "

COMITATO DIRETTIVO: † *A. Barbagelata*, Direttore della Rivista - † *A. Dalla Verde* - *M. Semenza* - *G. Someda*.

REDAZIONE: *R. San Nicolò*, Condirettore e Redattore Capo - *A. M. Angelini*, *F. Barozzi*, *E. Gatti*, *R. Sartori*, *G. Silva*, Redattori.

" ALTA FREQUENZA "

COMITATO DIRETTIVO: *P. Lombardi*, Direttore - † *Barbagelata A.*, Direttore responsabile - *Angelini A. M.*, *Antinori A.*, *Carrara N.*, *Marino A.*, *Polvani G.*, *Someda G.*, Membri.

COMITATO DI REDAZIONE: *Boella M.*, *Egidi C.*, *Ferrari-Toniolo A.*, *Francini G.*, *Giacomini A.*, *Gigli A.*, *Pinciroli A.*, *Sacerdote G.*, *Sartori R.*

Segretario di Redazione: *Francioni M.*

BIBLIOTECA CENTRALE

Presso la Sezione di Roma — Via Giolitti, 34.